

الأحياء

الجزء الخاص بالشرح



3 الصف
الثنوى ar

الامتحان 2021

محتويات الكتاب

التركيب والوظيفة في الكائنات الحية

الباب الأول

الدعامة والحركة في الكائنات الحية.

1 الفصل

الدعامة في الكائنات الحية.

الدرس الأول

الحركة في الكائنات الحية.

الدرس الثاني



التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.

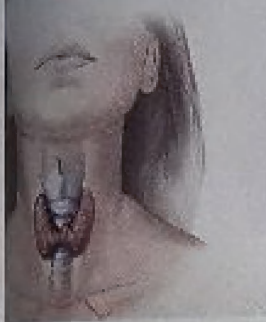
2 الفصل

التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.

الدرس الأول

تابع الغدد في الإنسان.

الدرس الثاني



التكاثر في الكائنات الحية.

3 الفصل

طرق التكاثر في الكائنات الحية.

الدرس الأول

تابع طرق التكاثر في الكائنات الحية.

الدرس الثاني

التكاثر في النباتات الزهرية.

الدرس الثالث

التكاثر في الإنسان.

الدرس الرابع

تابع التكاثر في الإنسان.

الدرس الخامس



المناعة في الكائنات الحية.

4 الفصل

المناعة في النبات.

الدرس الأول

المناعة في الإنسان.

الدرس الثاني

آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان.

الدرس الثالث



البيولوجيا الجزيئية

الباب الثاني

الفصل 1

الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية.

جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية
للكائن الحي.

الحمض النووي DNA

• DNA في أوليات وحقيقيات النواة.

• تركيب المحتوى الجيني.

• الطفرات.

الحرس الأول

الحرس الثاني

الحرس الثالث

الفصل 2

الأحماض النووية وتخليق البروتين.

RNA وتخليق البروتين.

التكنولوجيا الجزيئية «الهندسة الوراثية».

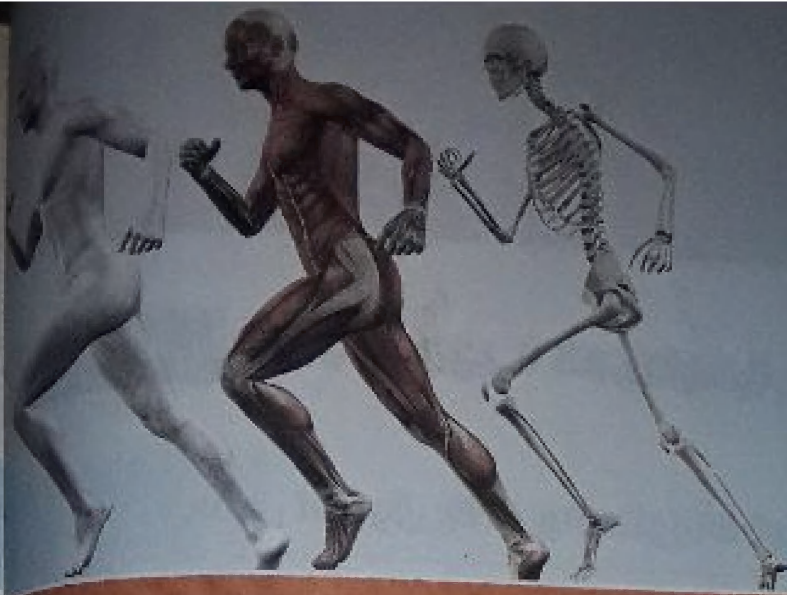
الحرس الأول

الحرس الثاني

تَنوِيهِ

يمكنك الاطلاع على الأجزاء التي لم يتم دراستها
من منهج الفصل الدراسي الثاني للعام السابق
من خلال مسح **QR Code** المقابل.





الباب الأول

التركيب والوظيفة
في الكائنات الحية

الدعامة والحركة في الكائنات الحية

الفصل 1

الدعامة في الكائنات الحية.

الحرس الأول

الحركة في الكائنات الحية.

الحرس الثاني

أهداف الفصل :

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :

- يقارن بين الدعامة الفسيولوجية والدعامة التركيبية.
- يتعرف مكونات الجهاز الهيكلي في الإنسان.
- يتعرف تركيب الهيكل العظمي في الإنسان.
- يذكر أنواع المفاصل.
- يتعرف وظيفة كل من المفاصل والغضاريف والأربطة والأوتار.
- يفسر سبب الالتصاق المحاليق حول الدعامة.
- يفرق بين الشد في المحاليق وفي جذور الخورمات والأبصال.
- يوضح التأثير بين الأجهزة الثلاثة، الهيكلية والعصبية والعظمية.
- يذكر وظائف الجهاز العضلي في الإنسان.
- يتعرف تركيب العضلة.
- يفسر آلية الحركة.
- يتعرف الوحدة الحركية التي تعتبر الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.
- يفسر سبب إجهاد العضلة.
- يختصب مهارة :
- التعبير بالرسم مثل رسم الفقرة العظمية.
- الفحص المجهرى لحركة السيستوبلازم في خلايا ورقة نبات الإيلوديا.
- الربط بين التركيب والوظيفة في الهيكل العظمي والجهاز العضلي.



الفصل 1 | الحرس الأول

الدعامة في الكائنات الحية

الدعامة في النبات

* يحتوى النبات على وسائل وأجهزة دعامية تدعمه وتحافظ على شكله وتقيه، وقد يكون ذلك بإحدى الوسيّتين الآتيتين :

أولاً الدعامة الفسيولوجية

* هي دعامة تتناول الخلية نفسها ككل ويتم كالتالى :



- يدخل الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوة العسارية للخلية.
- فيزيد حجم العصير الخلوى ويضغط على البروتوبلازم ويدفعه للخارج نحو الجدار.
- فيتمدد الجدار لزيادة الضغط الواقع عليه.

وبذلك تنتفخ الخلية وتصبح ذات جدار متوتر ومن ثم تكتسب الدعامة.

* أمثلة :

- ١ انتفاخ (كبر حجم) ثمار الفاكهة المنكمشة (أو الضامرة) عند وضعها فى الماء لفترة نتيجة لامتناسها الماء بالخاصية الأسموزية.
- ٢ انكماش وضمور (زوال انتفاخ وتوتر) بعض البذور الغضة كالبسلة والفل عند تركها لمدة نتيجة لفقد خلاياها للماء.



- ٢ ذبول وارتخاء سوق وأوراق النباتات العشبية عند جفاف التربة لزوال انتفاخ خلاياها نتيجة فقدها للماء فتزول الدعامة الفسيولوجية.

١ استقامة سوق وأوراق النباتات العشبية عند رى التربة لانتفاخ خلايا أنسجتها الداخلية عند دخول الماء إلى فجوتها العصارية بالخاصية الأسموزية.

* تعتبر الدعامة الفسيولوجية دعامة مؤقتة حيث إنها تعتمد على امتلاء الخلية بالماء وعند فقد هذا الماء تضعف أو تزول هذه الدعامة.

★ **مما سبق يمكن تعريف الدعامة الفسيولوجية على أنها :**

الدعامة الفسيولوجية .

دعامة مؤقتة تتناول الخلية نفسها ككل وذلك بدخول الماء لخلايا النبات بالخاصية الأسموزية فتنتفخ وتصبح ذات جدار متوتر فيكتسب النبات الدعامة.

ثانياً الدعامة التركيبية

* **هي دعامة تتناول جدر الخلية أو أجزاء منها وتتم كالتالى :**

- تترسب بعض المواد الصلبة القوية على جدر خلايا النبات أو فى أجزاء منها، وذلك لـ :
- زيادة قدرة خلايا النبات الخارجية على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية.
- منع فقد الماء من خلالها.
- إكساب الخلايا الصلابة والقوة (تدعيم النبات).

* **أمثلة :**

- ١ زيادة سُمك جدر خلايا البشرة (خاصةً الخارجية منها).
 - ٢ ترسيب النبات لمادة الكيوتين غير المنفذة للماء على جدر خلايا البشرة.
 - ٣ ترسيب النبات لمادة السليلوز أو اللجنين على جدر خلاياه أو أجزاء منها، مثل الخلايا الكولنشيمية والخلايا الإسكلرنشيمية (مثل الألياف والخلايا الحجرية) ليكسبها صلابة وقوة كما أن موقع هذه الخلايا وأماكن تواجدها وانتشارها يدعم النبات.
 - ٤ إحاطة النبات لنفسه بطبقة من خلايا فليينية غير منفذة للماء مرسب فيها مادة السيوبرين.
- * تعتبر الدعامة التركيبية دعامة دائمة حيث إنها تعتمد على ترسيب بعض المواد كالسيليلوز واللجنين والسيوبرين والكيوتين على جدر الخلايا أو فى أجزاء منها مما يكسبها الصلابة والقوة ويحافظ على أنسجة النبات الداخلية ويمنع فقد الماء من خلالها.



★ **مما سبق يمكن تعريف الدعامة التركيبية على أنها :**

الدعامة التركيبية .

دعامة دائمة تتم بترسيب بعض المواد كالسيللوز واللجنين والكيوتين والسيوبرين على جدر الخلايا أو في أجزاء منها لكي تتحمل خلايا النبات الخارجية مسئولية الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية وتمنع فقد الماء من خلالها .

★ **مقارنة بين الدعامة الفسيولوجية والدعامة التركيبية كالتالي :**

الدعامة التركيبية

- ★ تعتمد على ترسيب بعض المواد الصلبة كالسيللوز واللجنين والكيوتين والسيوبرين على جدر الخلايا أو أجزاء منها .
- ★ دعامة دائمة لأنها تعتمد على ترسيب مواد صلبة على جدر الخلايا أو أجزاء منها مما تكسيبها صلابة وقوة وتحافظ على أنسجة النبات الداخلية وتمنع فقد الماء من خلالها .

الدعامة الفسيولوجية

- ★ تعتمد على دخول الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوات العصارية لخلايا النبات .
- ★ دعامة مؤقتة لأنها تعتمد على امتلاء الخلية بالماء وعند فقد هذا الماء تزول هذه الدعامة .

أمثلة

- ★ انتفاخ ثمار الفاكهة المنكمشة عند وضعها في الماء لفترة .
- ★ ترسيب النبات لمادة الكيوتين على جدر خلايا البشرة .
- ★ انكماش وضمور بعض البذور الغضة كالبسلة والفول عند تركها لمدة .
- ★ ترسيب النبات لمادة السيللوز على جدر الخلايا الكولنشيمية .
- ★ ذبول وارتخاء سوق وأوراق النباتات العشبية عند جفاف التربة .
- ★ ترسيب النبات لمادة اللجنين على السطح الداخلي لجدر الخلايا الإسكرنشيمية (الألياف والخلايا الحجرية) .
- ★ استقامة سوق وأوراق النباتات العشبية عند ري التربة .
- ★ ترسيب النبات لمادة السيوبرين في الخلايا القلينية .

الدعامة في الإنسان

* يعمل الجهاز الهيكلي في الإنسان على تدعيم الجسم وحماية بعض أعضائه، ويساهم في الحركة بالإضافة إلى أنه يعطي للإنسان الشكل المميز.

الجهاز الهيكلي في الإنسان

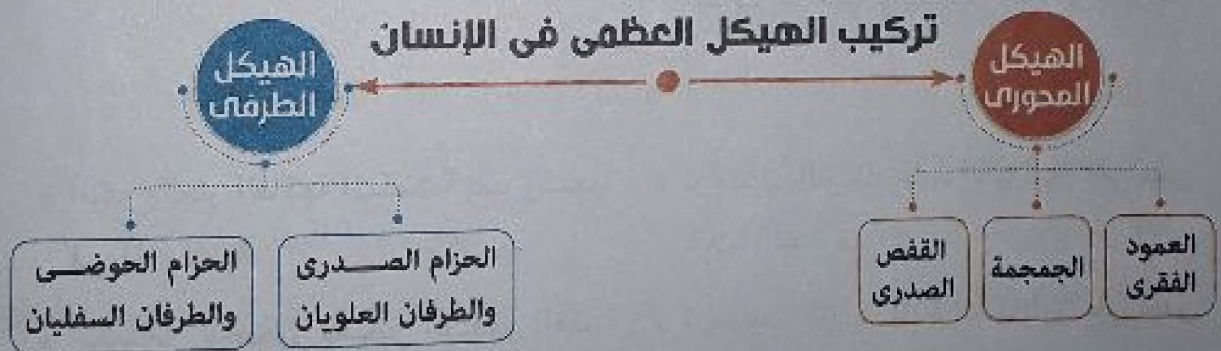


أولاً الهيكل العظمي

* يتكون الهيكل العظمي في الإنسان من ٢٠٦ عظمة.

لكل عظمة شكل وحجم يناسبان الوظيفة التي تقوم بها.

* المخطط التالي يوضح تركيب الهيكل العظمي في الإنسان :



أضف إلى معلوماتك

هناك عظام ملحقة بالجمجمة وهي :

- العظيقات السمعية : هي أصغر ثلاث عظام في جسم الإنسان وتوجد في الأذن الوسطى وتشمل المطرقة والسندان والركاب.
- العظم اللامي : هو العظم الواقع أعلى الحنجرة ويتصل به عضلات عديدة.



الهيكل الطرفي ١٢٦ عظمة

الهيكل المحوري ٨٠ عظمة

الحزام الصدري

٢٠١ الترقوة

٢٠١ لوح الكتف

الطرفان العلويان

٢٠١ العضد

٢٠١ الكعبرة

٢٠١ الزند

٢٠٨ رسغ اليد

٢٠٥ راحة اليد

٢٠١ سلاميات اليد

الحزام الحوضي

٢٠١ عظام الحوض

الطرفان السفليان

٢٠١ الفخذ

٢٠١ الرضفة

٢٠١ القصبة

٢٠١ الشظية

٢٠٧ رسغ القدم

٢٠٥ مشط القدم

٢٠١ سلاميات القدم

الجمجمة و العظام الملحقة

٨ الجزء المخي

١٤ الجزء الوجهي

٢٠٣ عظيمات منغية

١ العظم اللامي

القفص الصدري

١ القص

٢٤ الضلوع

العمود الفقري

٧ العنقية

١٢ الظهرية

٥ القطنية

١ العجزية

١ العصعصية

البيانات المظللة
باللون الرمادي
للاطلاع فقط



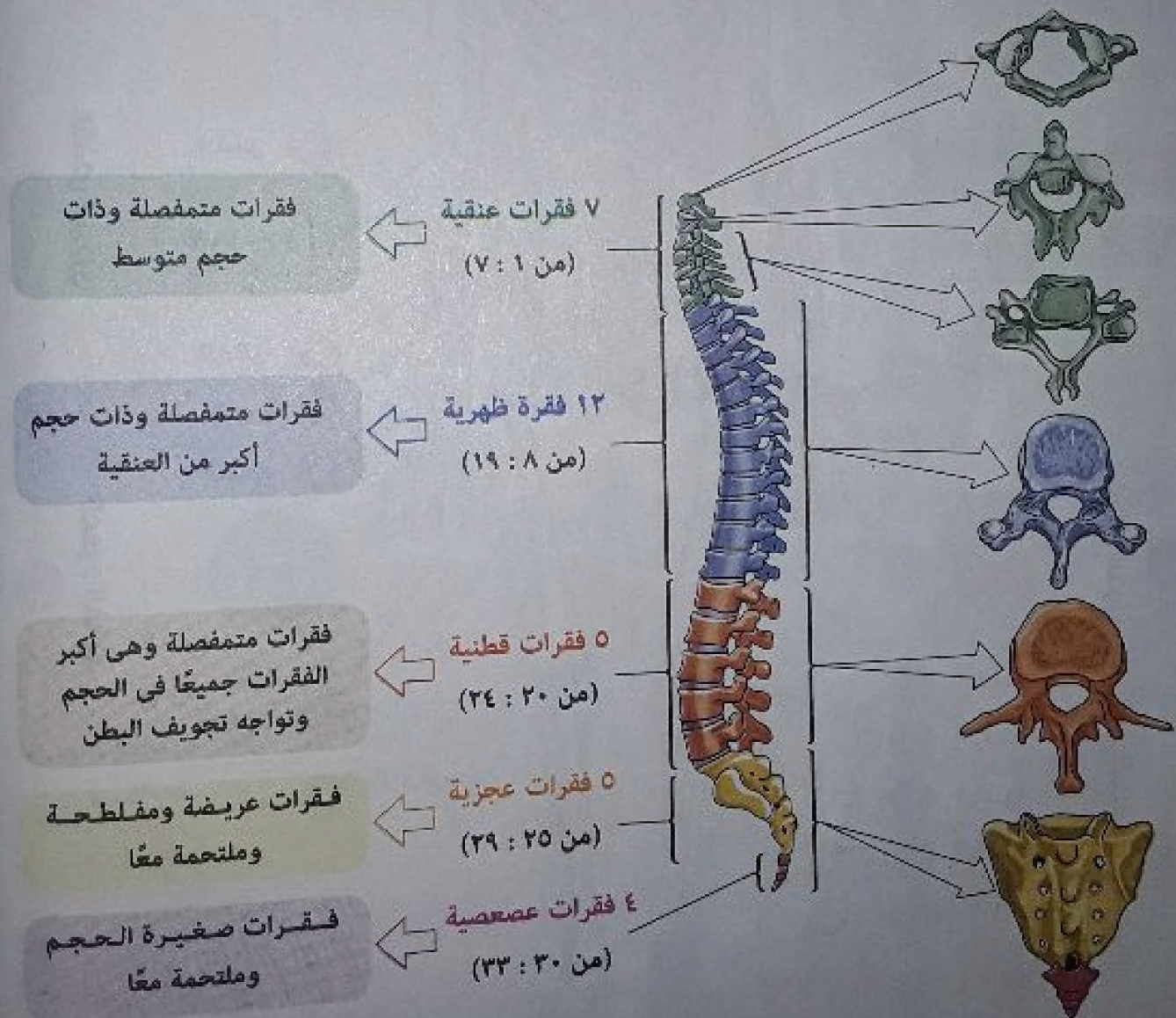
الهيكل المحوري يتكون من :

العمود الفقري

* يُعد العمود الفقري محور الهيكل العظمي، حيث :

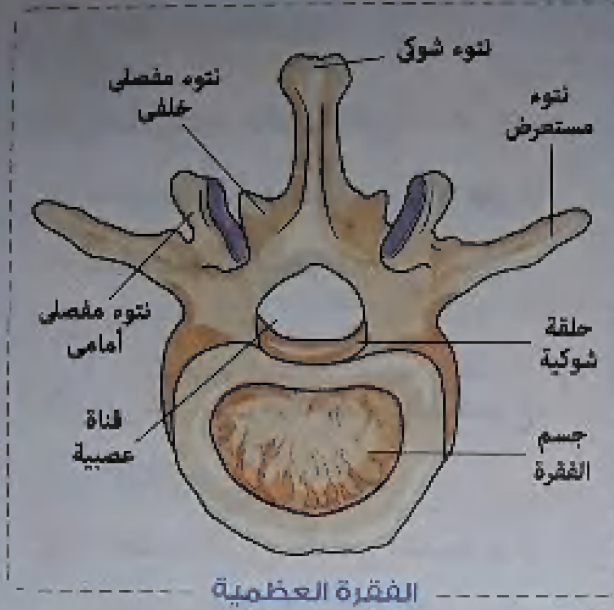
- يتصل طرفه العلوي بالجمجمة.
- يتصل به في منطقة الصدر القفص الصدري والطرفان العلويان بواسطة عظام الكتف.
- يتصل به من أسفل الطرفان السفليان بواسطة عظام الحوض.

* يتكون العمود الفقري من ٢٣ فقرة تقسم إلى خمس مجموعات وتختلف في الشكل تبعاً لمنطقة وجودها، كالتالي :



ملحوظة

يبلغ عدد عظام العمود الفقري في الإنسان ٢٦ عظمة (وذلك لالتحام الخمس فقرات العجزية معاً كعظمة واحدة، والأربع فقرات العصعصية معاً كعظمة واحدة).



الفتحة العظمية

ملحوظة

يبلغ عدد النتوءات في الفقرة العظمية (النموزجية) سبعة نتوءات.

* تركيب الفقرة العظمية :

تتكون الفقرة العظمية (فقرة قطنية) من عدة أجزاء، هي :

- ١ جسم الفقرة : الجزء الأمامي السميك.
- ٢ النتوءان المستعرضان : زائدتان عظميتان، يتصلان بجسم الفقرة من الجانبين ويحمل كل منهما نتوء مفصلي أمامي.
- ٣ الحلقة الشوكية (الحلقة العصبية) : حلقة عظمية، تتصل بجسم الفقرة من الخلف وتحيط بالقناة العصبية التي يمتد بداخلها الحبل الشوكي لحمايته.
- ٤ النتوء الشوكي : زائدة خلفية مائلة إلى أسفل تحملها الحلقة الشوكية ويحمل نتوءين مفصليين خلفيين.

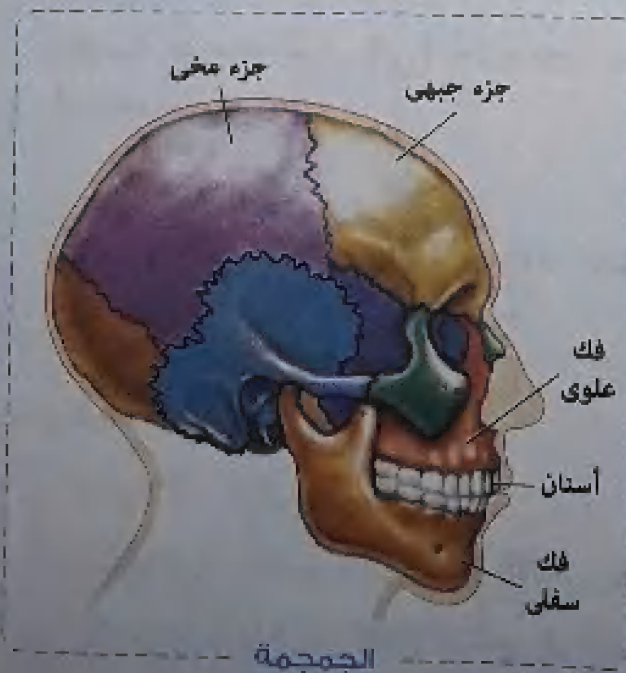
* وظيفة العمود الفقري : - يعمل كدعامة رئيسية للجسم. - يحمي الحبل الشوكي. - يساعد في حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم.

٢ الجمجمة

* علبة عظمية تتكون من جزئين، هما :

١ الجزء الخلفي (الجزء المخي) :

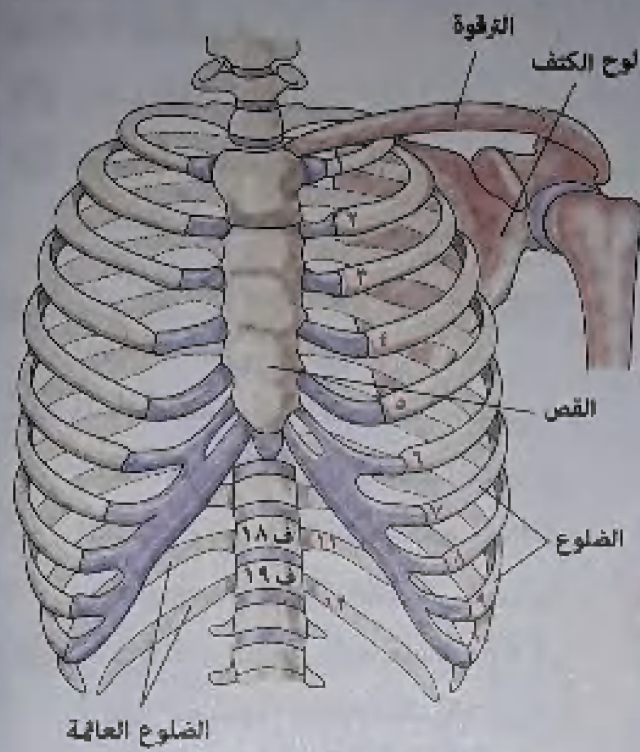
- يتكون من ٨ عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة، اتصالات متينة وتشكل هذه العظام تجويفاً يستقر فيه المخ لحمايته.
- يوجد في قاع الجزء المخي ثقب كبير لكي يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي.



الجمجمة

٢ الجزء الأمامي (الجزء الوجهي) :

يشمل عظام الوجه والفكين ومواقع أعضاء الحس (الأذنان، العينان، الأنف).



القفص الصدري

* علبة مخروطية الشكل تقريباً تتصل من :

- الخلف بالفقرات الظهرية (١٢ فقرة).
- الأمام بعظمة القص.

* يتكون القفص الصدري من :

اثني عشر زوجاً من الضلوع،
هي كالتالي :

١ العشرة أزواج الأولى : تصل بين
الفقرات الظهرية وعظمة القص.

٢ الزوجان الأخيران (الزوج الحادي
عشر والزوج الثاني عشر) :

قصيران، لا يتصلان بالقص لذا
تسمى «الضلوع العائمة» وهما

يتصلان بالفقرتين رقم ١٨ ، ١٩ للعمود الفقري.

الضلع

عظمة مقوسة تنحني إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة العظمية وتوئها
المستعرض.

عظمة القص

عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل، جزؤها السفلي غضروفي، يتصل بها العشرة أزواج الأولى
من الضلوع.

* وظيفة القفص الصدري :

- حماية القلب والرئتين.

- تساعد حركة الضلوع في عملية التنفس، حيث :

- تتحرك الضلوع أثناء عملية الشهيق إلى الأمام والجانبين، لتزيد من اتساع التجويف الصدري.
- تتحرك الضلوع أثناء عملية الزفير عكس ما يتم في عملية الشهيق.



١ الحزام الصدري والطرفان العلويان

* الحزام الصدري :

- يتكون من نصفين متماثلين يتركب كل نصف منهما من (لوح الكتف - الترقوة) :
- لوح الكتف : عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب به نتوء تتصل به الترقوة.
- الترقوة : عظمة باطنية رفيعة تتصل من الأمام بعظمة القص ومن الجانب بعظمة لوح الكتف.
- يوجد تجويف عند الطرف الخارجي لعظمة لوح الكتف يسمى «التجويف الأروحي» يستقر فيه رأس عظمة العضد مكوناً المفصل الكتفي.

* الطرفان العلويان :

يتكون كل طرف علوي من :

١ العضد.

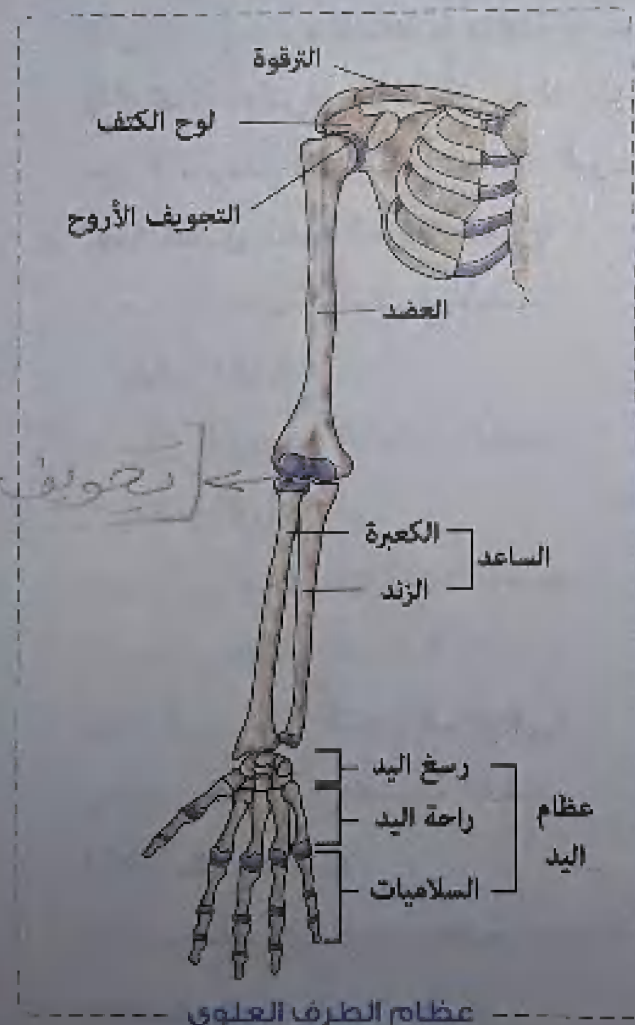
٢ الساعد، ويتكون من عظمتين هما :

- الزند : يحتوى طرفها العلوي على تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد.

- الكعبرة : أصغر حجماً من الزند، وتتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة.

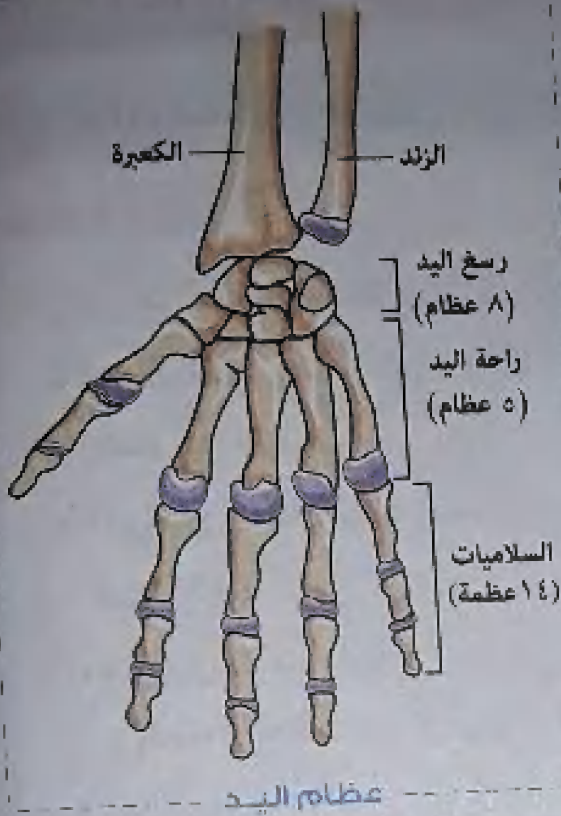
٣ عظام اليد، وتتكون من :

- راسغ اليد : يتكون من ٨ عظام في صفين يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة (لا يتصل بعظمة الزند)، ويتصل طرفها السفلي بعظام راحة اليد.



- راحة اليد : تتكون من ٥ عظام رفيعة مستطيلة تؤدي إلى عظام الأصابع الخمسة.

- أصابع اليد : ٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.



عظام اليد

الارتفاق العاني

مرضع التحام نصفى عظام الحوض المتماثلين فى الناحية الباطنية.

٢ الحزام الحوضى والطرفان السفليان

* الحزام الحوضى :

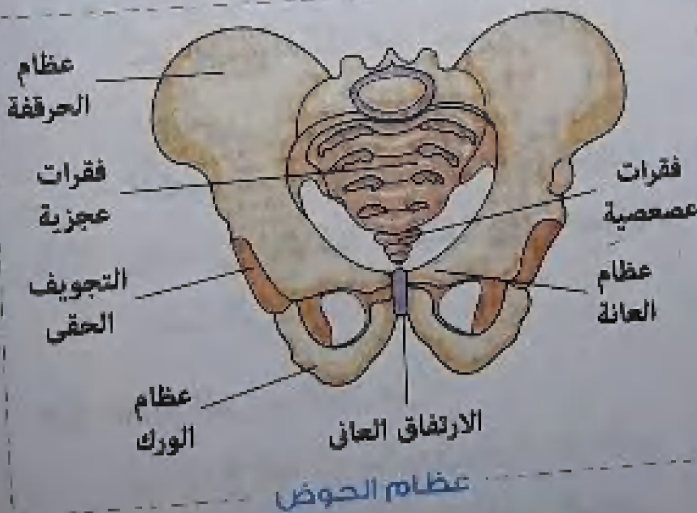
- يتكون من تصفين متماثلين يلتحمان فى الناحية الباطنية فى منطقة تسمى «الارتفاق العانى»، ويتركب كل نصف منهما من (الحرقفة الظهرية - العانة - الورك). حيث تتصل عظمة الحرقفة الظهرية :

• من الناحية الباطنية الأمامية بعظمة العانة.

• من الناحية الباطنية الخلفية بعظمة الورك.

- يوجد تجويف عميق عند موضع اتصال عظام الحرقفة والورك والعانة يسمى «التجويف الحقى» يستقر فيه رأس عظمة الفخذ، ليكون مفصل الفخذ.

- تلتحم عظام كل نصف ببعضها مكونة عظمة واحدة، وبالتالي يتكون الحزام الحوضى من عظمتين.



عظام الحوض



يتكون كل طرف سفلي من :

١ الفخذ : عظمة يوجد بأسفلها نتوءان كبيران يتصلان بالساق عند المفصل الركبي الذي توجد أمامه عظمة الرضفة.

الرضفة

عظمة صغيرة مستديرة توجد أمام مفصل الركبة.

٢ الساق، وتتكون من عظمتين هما :

- القصبة (الداخلية).
- الشظية (الخارجية).

٣ عظام القدم، وتتكون من :

- رسغ القدم : يتكون من ٧ عظام غير منتظمة الشكل أكبرها هي العظمة الخلفية التي تكون كعب القدم.
- مشط القدم : يتكون من ٥ عظام رفيعة وطويلة ينتهي كل منها بالإصبع.
- أصابع القدم : ٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة، ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.



عظام الطرف السفلي



عظام القدم

* مما سبق يمكن عقد المقارنتين التاليتين :

ثانيا	الحزام الحوضي	الحزام الصدري	مكان وجوده
* نوع * تتركب	يتصل بالطرفان السفليان للهيكل الطرفي	يتصل بالطرفان العلويان للهيكل الطرفي	مكان وجوده
* اما * وظيف	<p>يتكون من نصفين متماثلين يتركب كل نصف منهما من :</p> <p>* عظمة الحرقفة الظهرية، التي تتصل :</p> <p>- من الناحية الباطنية الياطنية الأمامية بعظمة العانة.</p> <p>- من الناحية الباطنية الخلفية بعظمة الورك ويوجد عند موضع اتصال الحرقفة والورك والعانة تجويف عميق يسمى التجويف الحقي الذي يستقر فيه رأس عظمة الفخذ مكوناً مفصل الفخذ.</p>		التركيب
* ثالثا * يوجد	<p>* لوح الكتف : عظمة ظهرية مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب به نتوء تتصل به الترقوة ويوجد عند الطرف الخارجي لعظمة لوح الكتف تجويف يسمى التجويف الأرواح الذي يستقر فيه رأس عظمة العضد مكوناً المفصل الكتفي.</p> <p>* الترقوة : عظمة باطنية رفيعة تتصل من الأمام بعظمة القص ومن الجانب بعظمة لوح الكتف.</p>		

الطرفان السفليان	الطرفان العلويان	٢
* يوجد	يتكون كل طرف منهما من :	
* يوجد	<p>(١) الفخذ : عظمة يوجد بأسفلها نتوء ان كبيران يتصلان بالساق عند المفصل الركبي الذي توجد أمامه عظمة الرضفة.</p>	(١) العضد .
* يوجد	<p>(٢) الساق، تتكون من عظمتين هما :</p> <p>- القصبة (الداخلية).</p> <p>- الشظية (الخارجية).</p>	<p>(٢) الساعد، يتكون من عظمتين هما :</p> <p>- الزند : يحتوى طرفها العلوى على تجويف يستقر فيه النتوء الداخلى للعضد.</p> <p>- الكعبرة : أصغر حجماً من الزند، وتتحرك حركة نصف دائرية حول عظمة الزند الثابتة.</p>
* يوجد	(٣) عظام القدم ، وتتكون من :	(٣) عظام اليد ، وتتكون من :
* يوجد	<p>- رأس القدم : يتكون من ٧ عظام غير منتظمة الشكل أكبرها هي العظمة الخلفية التي تكون كعب القدم.</p>	<p>- رأس اليد : يتكون من ٨ عظام فى صفين يتصل طرفها العلوى بالطرف السفلى للكعبرة ويتصل طرفها السفلى بعظام راحة اليد.</p>
* يوجد	<p>- مشط القدم : يتكون من ٥ عظام رفيعة وطويلة ينتهى كل منها بالإصبع.</p> <p>- أصابع القدم : ٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.</p>	<p>- راحة اليد : تتكون من ٥ عظام رفيعة مستطيلة تؤدي إلى عظام الأصابع الخمسة.</p> <p>- أصابع اليد : ٥ أصابع يتكون كل منها من ٣ سلاميات رفيعة ماعدا إصبع الإبهام فيتكون من سلاميتين فقط.</p>



ثانياً الغضاريف

* نوع من الأنسجة الضامة.

* تركيبها :

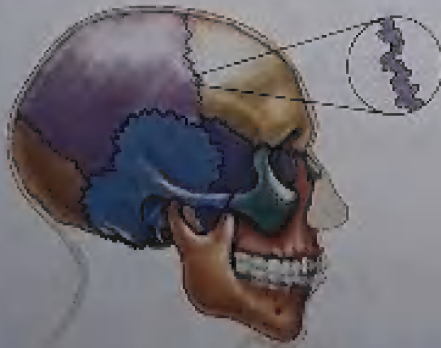
- تتكون من خلايا غضروفية.
- لا تحتوي على أوعية دموية لذلك تحصل على الغذاء والأكسجين من خلايا العظام بالانتشار.
- * أماكن تواجدها :

- تشكل بعض أجزاء الجسم، مثل الأذن، الأنف، الشعب الهوائية للرتتين.
- توجد غالباً عند أطراف العظام وخاصةً عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقري.
- * وظيفتها : حماية العظام من التآكل نتيجة احتكاكها المستمر ببعضها.

ثالثاً المفاصل

* يوجد في الهيكل العظمي ثلاثة أنواع من المفاصل، كالآتي :

المفاصل



المفاصل الليفية

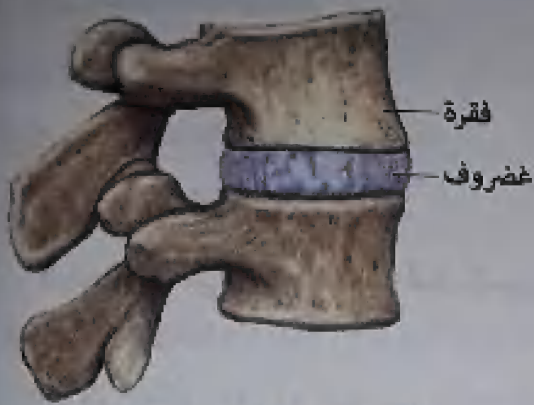
* خصائصها :

- تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية تتحول مع تقدم العمر إلى أنسجة عظمية.
- معظمها لا يسمح بالحركة.

* مثال :

- المفاصل التي توجد بين عظام الجمجمة وتربطها معاً عند أطرافها المستنثة.

المفاصل الليفية



المفاصل الغضروفية

* خصائصها :

- تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة.
- معظمها يسمح بحركة محدودة جداً.

١
المفاصل
الغضروفية

* مثال :

- المفاصل التي توجد بين فقرات العمود الفقري.

* خصائصها :

- تشكل معظم مفاصل الجسم.
- تسمح بسهولة الحركة، حيث :
- يغطي سطح العظام المتلامسة في هذه المفاصل طبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة ملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك.
- تحتوى على سائل مصلى أو زلالى يسهل من انزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام.

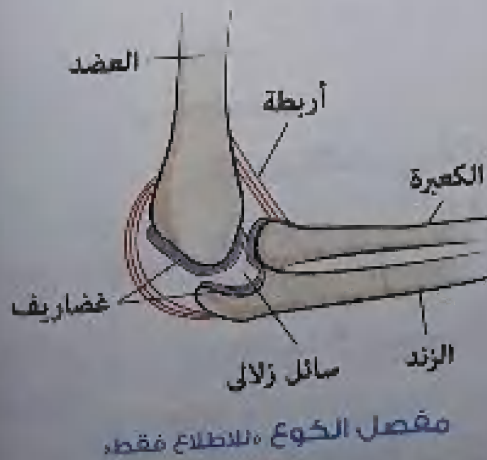
* أنواعها : تنقسم المفاصل الزلالية حسب نوع الحركة إلى :

١ مفاصل محدودة الحركة :

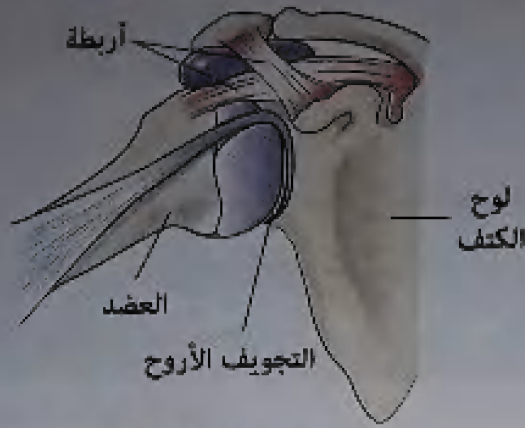
- هي المفاصل التي تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه واحد فقط.
- مثل :

- مفصل الكوع.
- مفصل الركبة.

٢
المفاصل
الزلالية



مفصل الكوع «للاطلاع فقط»



مفصل الكتف، للاطلاع فقط.

٢) مفاصل واسعة الحركة .

- هي المفاصل التي تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة.
- مثل :
- مفصل الكتف.
- مفصل الفخذ.



رابعاً الأربطة

- * عبارة عن حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي تثبت أطرافها على عظمتي المفصل.
- * **خصائصها :** تتميز أليافها بـ :

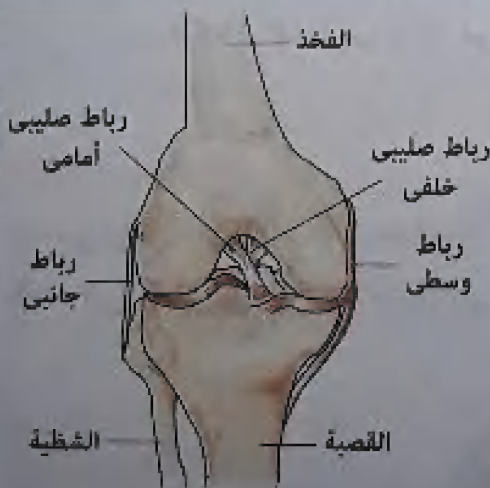
- متانتها القوية.
- وجود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلاً حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفصل لضغط خارجي.

* وظيفتها :

- ربط العظام ببعضها عند المفاصل.
- تحديد حركة العظام عند المفاصل في الاتجاهات المختلفة.

* مثال :

الأربطة في مفصل الركبة، وهي :



الأربطة في مفصل الركبة

- ١) رباط صليبي أمامي.
- ٢) رباط صليبي خلفي.
- ٣) رباط وسطي.
- ٤) رباط جانبي.

ملحوظة

في بعض الحالات قد يحدث تمزق للأربطة وذلك عند حدوث التواء في بعض المفاصل كما في الرباط الصليبي في مفصل الركبة.

خامساً الأوتار

* عبارة عن نسيج ضام قوى.

* **وظيفتها** : ربط العضلات بالعظام عند المفاصل بما يسمح بالحركة عند انقباض وانبساط العضلات.

* **مثال** : وتر أخيل

- **أهميته** : يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق) بعظمة الكعب مما يساعد على حركة كعب القدم.

- تمزق وتر أخيل :



وتر أخيل

* تقلص العضلة التوأمية بشكل مفاجئ.

* بذل مجهود عنيف.

* انعدام المرونة في العضلة التوأمية.

أسبابه

* ثقل في حركة القدم.

* عدم القدرة على المشي.

* آلام حادة.

أعراضه

* استخدام الأدوية المضادة للالتهابات والمسكنة للآلام.

* استخدام جبيرة طبية.

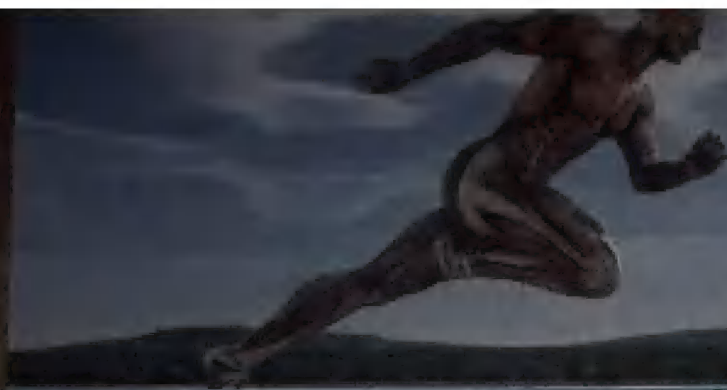
علاجه

* التدخل الجراحي وذلك في حالة إذا كان تمزق الوتر كاملاً.

أضف إلى معلوماتك

سمى وتر أخيل بهذا الاسم نسبة للمحارب اليوناني الشهير أخيل الذي أصيب بسهم في كعبه في حرب طروادة مما أدى إلى سقوطه فتم قتله.





الفصل 1 | الدرس الثاني

الحركة في الكائنات الحية

* الحركة ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية وهي تنشأ ذاتيًا نتيجة تعرض الكائن الحي لإثارة ما فيستجيب لها إيجابًا أو سلبيًا، وفي كلتا الحالتين تكون الاستجابة حدوث الحركة.

أنواع الحركة في الكائنات الحية

١ تحدث داخل كل خلية من خلايا الكائن الحي لاستمرار أنشطته الحيوية، ومن أمثلتها الحركة السيترولازمية.

حركة دائبة

٢ تحدث لبعض أجزاء الكائن الحي، ومن أمثلتها الحركة الدودية في أمعاء الفقاريات.

حركة موضعية

* يتحرك بها الكائن الحي من مكان لآخر بحثًا عن الغذاء أو سعيًا وراء الجنس الآخر أو تلافياً لخطر ما في بيئته.
* تؤدي إلى زيادة انتشار الحيوان، وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة كلما اتسعت دائرة انتشاره.

٣ حركة كلية

شروط الحركة وحفظ التوازن في الحيوان

١ وجود هيكل صلب (دعامة) تتصل به العضلات، ليتمكن الحيوان من الحركة والمحافظة على توازنه.

٢ أن يتكون الهيكل من قطع تتصل ببعضها اتصالاً مفصلياً يتيح الحركة.

وقد يكون هذا الهيكل :

- هيكل خارجي ، كما في المفصليات.

- هيكل داخلي ، كما في الفقاريات، وقد يكون :

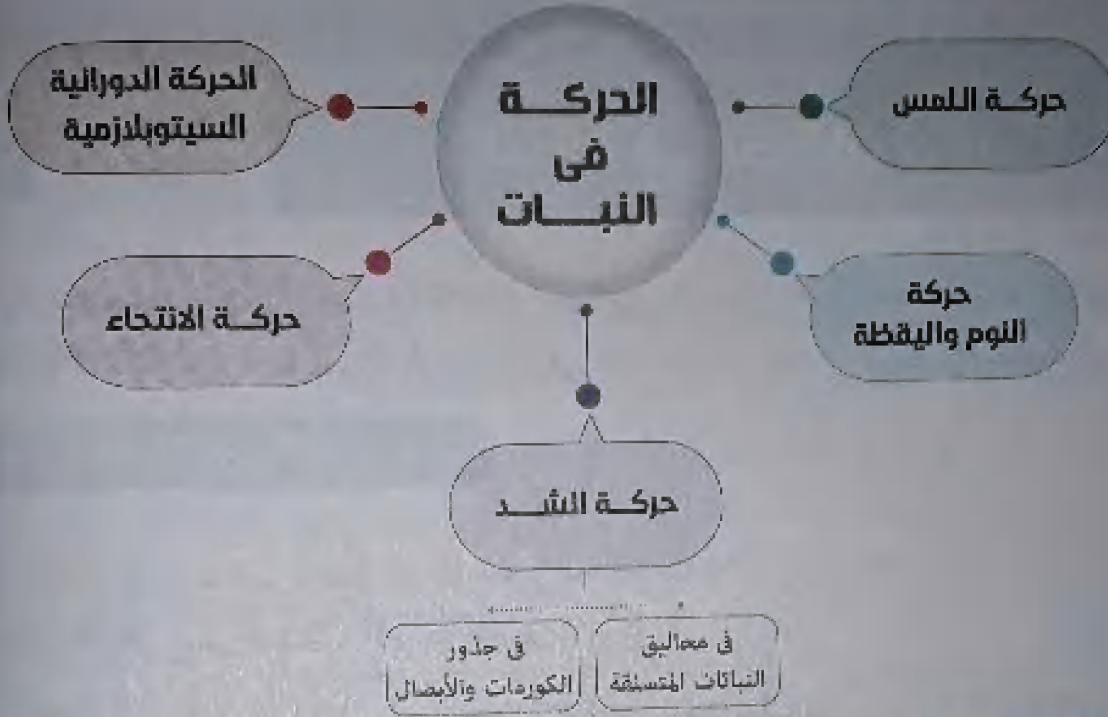
• غضروفيًا : كما في الأسماك الغضروفية (مثل : سمكة القرش والراي).

• عظميًا : كما في الأسماك العظمية (مثل : سمكة البلطي والبوري).

الحركة في النبات Locomotion in Plant

أولاً

* تتمدد أنواع الحركة في النبات تبعاً لنوع المؤثر كالتالي :



أ حركة اللمس

* كما في نبات المستحية، حيث تتدلى الوريقات بمجرد لمسها كما لو كان أصابعها الذبول.

ب حركة النوم واليقظة

* كما في نبات المستحية وبعض البقوليات،

حيث :

- تتقارب الوريقات بحلول الظلام مما يعبر عن نوم النبات.
- تنبسط الوريقات بحلول النور مما يعبر عن يقظة النبات.

ج حركة الانتحاء

* كما في جميع النباتات حيث تستجيب مختلف أجزاء النبات لمؤثرات مختلفة وهي الضوء والرطوبة والجاذبية.

أضيف إلى معلوماتك

حركة اللمس تتأثر بها الوريقات التي تم لمسها فقط أما حركة النوم واليقظة تتأثر بها كل الوريقات ومحاور النبات.

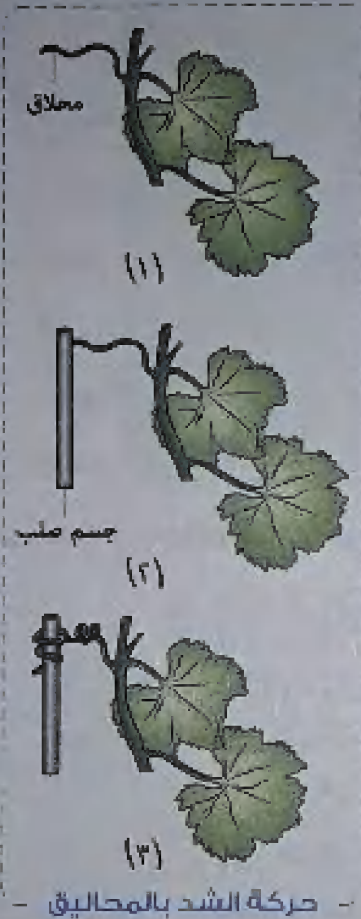


د حركة الشد

١ حركة الشد في محاليق النباتات المتسلقة (كما في البازلاء).

* تتم بواسطة المحاليق وتحتاج إلى دعامة صلبة، حيث :

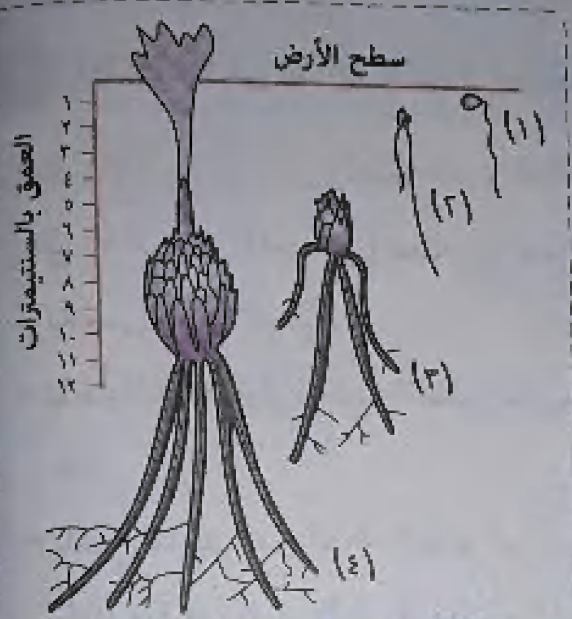
- يبدأ الحالق (المحلاق) عمله بأن يدور في الهواء حتى يلامس جسمًا صلبًا.
 - يلتف الحالق حول الجسم الصلب بمجرد لمسه ويلتصق به بقوة.
 - يتموج ما بقى من أجزاء الحالق في حركة لولبية فينقص طوله وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة فيستقيم الساق رأسياً.
 - يتغلظ الحالق بعد أن يستقيم الساق رأسياً وذلك لما يتكون فيه من أنسجة دعامية فيقوى ويشدد.
- * أهمية هذه الحركة : استقامة الساق رأسياً.



ملاحظات

- (١) يتحرك المحلاق حول الدعامة، بسبب :
 - بطء نمو المنطقة التي تلامس الدعامة.
 - سرعة نمو المنطقة التي لا تلامس الدعامة فتستطيل.
 - مما يؤدي إلى التقاف الحالق حول الدعامة.
- (٢) إذا لم يجد الحالق ما يلتصق به أثناء حركته الدورانية فإنه يذبل ويموت.

٢ حركة الشد في جذور الكورمات والأبصال (كما في أبصال النرجس).



حركة الشد في الجذور لأبصال النرجس -

* تتم بواسطة الجذور الشادة، حيث :

- تنقلص جذور الكورمة أو البصلة فتشد النبات إلى أسفل.
- تهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعي المناسب لها.

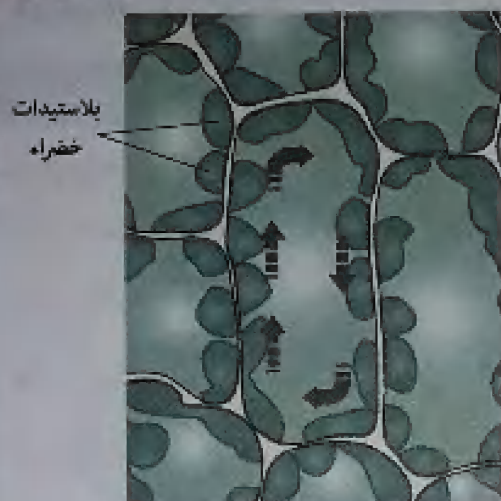
* أهمية هذه الحركة : تظل الساق الأرضية المخترنة (الكورمة أو البصلة) دائماً على بُعد مناسب عن سطح الأرض (التربة) مما يزيد من تدعيمها وتأمين أجزائها الهوائية ضد تأثير الرياح.

* مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :

حركة الشد بالمحاليق	حركة الشد بالجذور الشادة
<p>المفهوم</p> <p>التفاف محلاق النبات المتسلق حول الدعامة فيقوم بشد ساق النبات في اتجاه الدعامة</p>	<p>تنقلص جذور السيقان الأرضية المخترنة كالكورمات أو الأبصال فتشد النبات لأسفل</p>
<p>كيفية حدوث الحركة</p> <p>* يدور الحالق في الهواء بحثاً عن جسم صلب (الدعامة).</p> <p>* يلتف الحالق حول الدعامة بمجرد لمسها ويلتصق بها بقوة.</p> <p>* يتموج ما بقي من أجزاء الحالق في حركة لولبية فينقص طوله وبذلك يقترب الساق نحو الدعامة فيستقيم الساق رأسياً.</p>	<p>* تنقلص جذور الكورمة أو البصلة فتشد النبات إلى أسفل.</p> <p>* تهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعي المناسب لها.</p>
<p>الأهمية</p> <p>تشد ساق النبات المتسلق نحو الدعامة فتعمل على استقامة الساق رأسياً</p>	<p>تجعل الساق الأرضية المخترنة دائماً على بُعد مناسب عن سطح الأرض (التربة) مما يزيد من تدعيمها وتأمين أجزائها الهوائية ضد تأثير الرياح</p>
<p>أمثلة</p> <p>البارزلاء</p>	<p>أبصال النرجس</p>



الحركة الدورانية السيتوبلازمية



الحركة الدورانية للسيتوبلازم

- * من أهم خصائص السيتوبلازم الحى أنه يتحرك فى دوران مستمر داخل الخلية.
- * تتضح هذه الحركة : عند فحص خلية ورقة نبات الإيلوديا (نبات مائى) تحت القوة الكبرى للمجهر، حيث يلاحظ ما يلى :
- يُطَن جدار الخلية من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم.
- ينساب السيتوبلازم فى حركة دورانية مستمرة داخل الخلية فى اتجاه واحد.
- يمكن الاستدلال على حركة السيتوبلازم من خلال دوران البلاستيدات الخضراء المنغمسة فى السيتوبلازم محمولة فى تياره.

ثانياً الحركة فى الإنسان (كمثال للثدييات)

* تعتمد حركة الجسم على التعاون والتناسق بين ثلاثة أجهزة رئيسية، هى :

- ١ الجهاز الهيكلي**

 - * يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات.
 - * يعمل كدعامة للأطراف المتحركة.
 - * تقوم المفاصل بدور هام فى حركة أجزاء الجسم المختلفة.
- ٢ الجهاز العصبى**

 - * يلعب الجهاز العصبى دوراً هاماً فى حركة الجسم حيث إن الجهاز العصبى يعطى الأوامر للعضلات على شكل سيالات عصبية فتتم الاستجابة تبعاً لذلك فى صورة انقباض أو انبساط للعضلات بما يسمح بالحركة.
- ٣ الجهاز العضلى**

 - * مسئول عن حركة أجزاء الجسم حيث إن انقباض وانبساط بعض العضلات يؤدى إلى حدوث الحركة، ويتمثل الجهاز العضلى فى :
 - العضلات الإرادية (الهيكليّة أو المخططة) : وهى التى يستطيع الإنسان التحكم فيها وتشمل معظم عضلات الجسم.
 - العضلات اللاإرادية : وهى التى لا يستطيع الإنسان التحكم فيها وتشمل العضلات للمساء وعضلة القلب.

* لقد سبق لنا دراسة الجهازين الهيكلي والعصبى فى الإنسان ويمكننا الآن دراسة الجهاز العضلى.



الجهاز العضلي Muscular System

* يتكون الجهاز العضلي من مجموعة وحدات تركيبية تسمى «العضلات»
أى أن الجهاز العضلي هو مجموع عضلات الجسم.

المميزات

* تكوينها :

عبارة عن مجموعة من الأنسجة العضلية والتي تعرف بـ «اللحم».

* عددها :

يقدر عدد عضلات الجسم بحوالى ٦٢٠ عضلة أو أكثر.

* خصائصها :

- خيطية الشكل بصفة عامة.
- لها القدرة على الانقباض والانبساط لتأدية الأنشطة والوظائف المختلفة.

* وظائفها :

ضرورية لتأدية النشاطات والوظائف التالية :

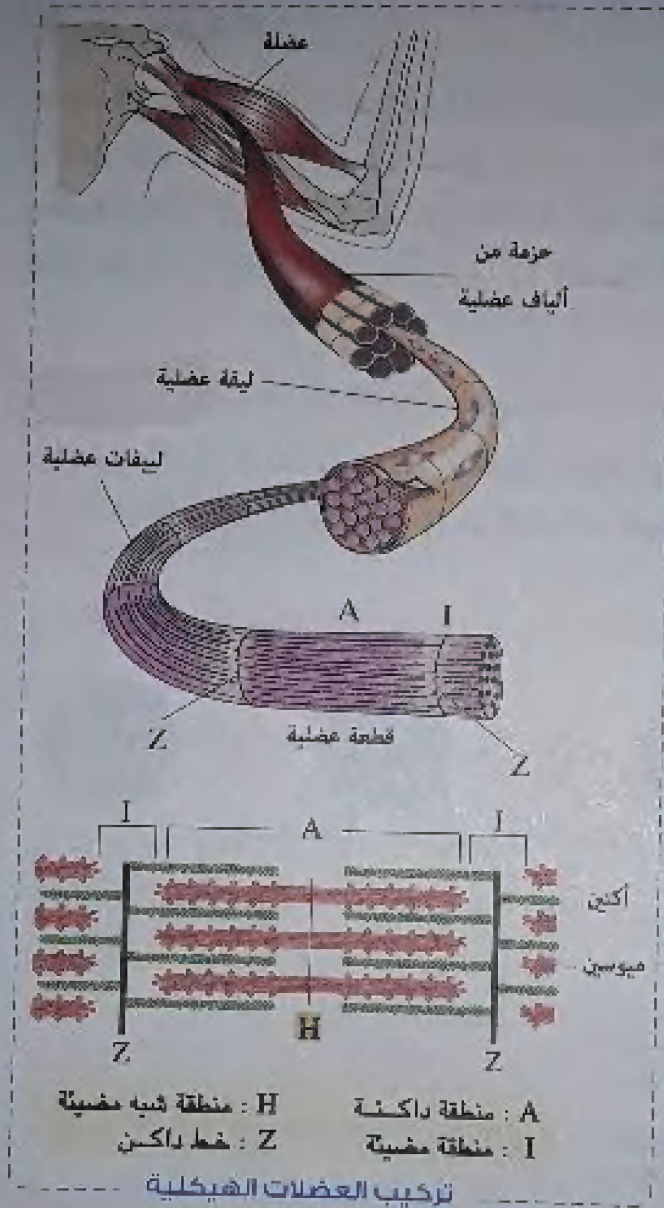
- ١ الحركة وتشمل تغيير وضع عضو معين من الجسم بالنسبة لبقية الجسم، وبالتالي تحريك أجزاء الجسم المختلفة وأداء الإنسان لحركاته الميكانيكية.
- ٢ الانتقال من مكان لآخر.

أضف إلى معلوماتك

الجذع هو المنطقة التى تتوسط
جسم الإنسان وتحتوى على
البطن والصدر والظهر.

- ٣ المحافظة على وضع الجسم فى الجلوس أو الوقوف،
وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف
السفلية.

- ٤ استمرار حركة الدم داخل الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم طبيعياً نتيجة انقباض
العضلات المساء (الإرادية) الموجودة فى جدران هذه الأوعية.



تركيب العضلة الهيكلية

- * تتكون العضلة الهيكلية من عدد كبير من خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها تسمى الألياف (الخلايا) العضلية.
- * توجد الألياف العضلية دائماً في مجموعات تعرف بالحزم العضلية التي تحاط بغشاء يعرف بـ «غشاء الحزمة».
- * تتكون الليفة (الخلية) العضلية من :
 - المادة الحية (البروتوبلازم) وهي تشمل السيتوبلازم (الذي يعرف في العضلات باسم الساركوبلازم).
 - عدد كبير من الأنوية.
 - غشاء خلوي يسمى «الساركوليم» يحيط بالساركوبلازم.
 - مجموعة ليفات عضلية يتراوح عددها ما بين ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ ليفة مرتبة طولياً وموازية للمحور الطولي للعضلة.

* تتكون كل ليفة عضلية من :

- مجموعة من الأقراص (المناطق) المضيفة :

• يرمز لها بـ (I).

• تتكون من خيوط بروتينية رفيعة

تسمى «أكتين» ويقطعها في منتصفها خط داكن يرمز له بـ (Z).

- مجموعة من الأقراص (المناطق) الداكنة :

• يرمز لها بـ (A).

• تتكون من خيوط الأكتين بالإضافة إلى نوع

آخر من الخيوط البروتينية السميكة تسمى

«الميوسين»، ويتوسطها منطقة شبه مضيفة يرمز لها

بـ (H) وهي تتكون من خيوط الميوسين السميكة فقط.

القطعة العضلية (الساركومير) •

المسافة بين كل خطين متتاليين (Z) والموجودة في منتصف المناطق المضيفة في الليفة العضلية.

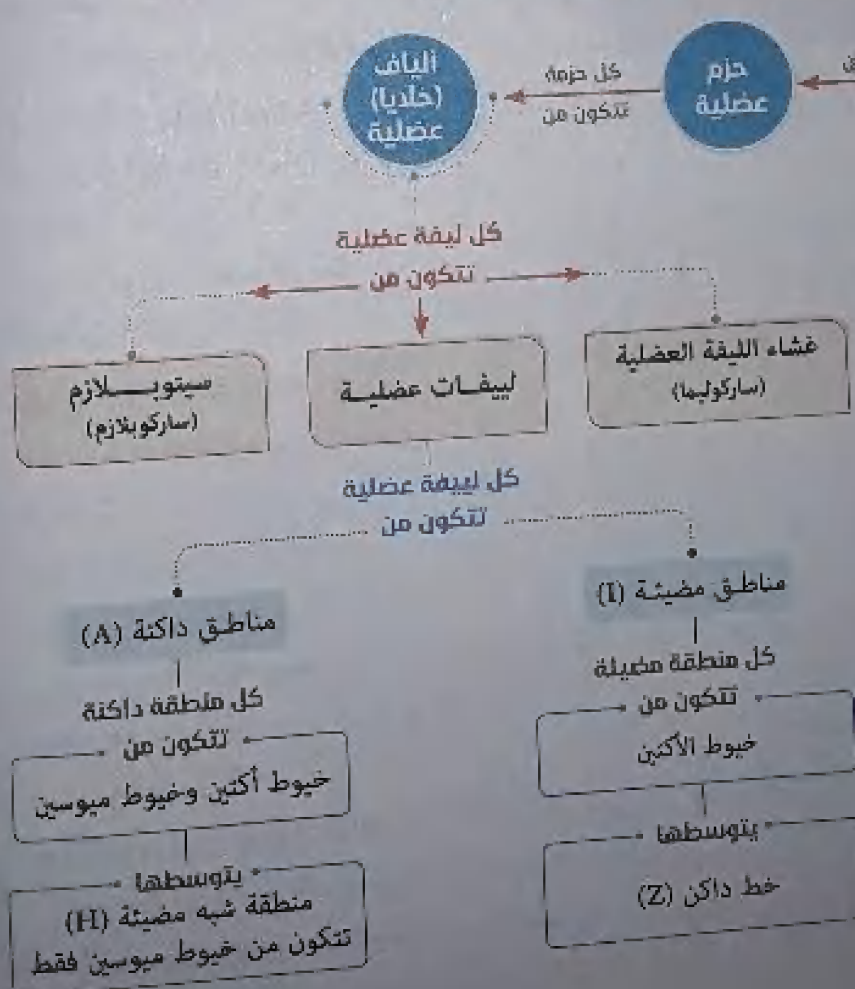
مما سبق يتضح أن :

- المناطق التي بها أكتين فقط هي المناطق المضيفة (I).
- هناك خط داكن (Z) يتوسط المناطق المضيفة.
- المناطق التي بها ميوسين فقط هي المناطق شبه المضيفة (H).
- المناطق التي بها أكتين وميوسين معاً هي المناطق الداكنة (A).

ملاحظات

- (1) توجد المناطق الداكنة والمضيفة في العضلات الهيكلية والقلبية فقط لذلك سميت بالعضلات المخططة.
- (2) لا توجد المناطق الداكنة والمضيفة في العضلات الملساء لذلك سميت بالعضلات غير المخططة.

* يمكن إيجاز تركيب العضلة الهيكلية في المخطط التالي :





الانقباض العضلي

* تتحمل العضلات مسئولية حركة الجسم وذلك لقدرتها على الانقباض والانبساط.

* **كيفية انقباض العضلة الهيكلية (الإرادية) :**

يتم انقباض العضلة الهيكلية تحت تأثير السيالات العصبية وفسولوجية استجابة العضلة لهذا الحافز العصبى وذلك بالتنسيق والتآزر بين الجهاز الهيكلى والعصبى والعضلى.

* ويتم انتقال السيل العصبى إلى العضلة الهيكلية كالتالى :

١ فى حالة الراحة (قبل استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيل العصبى)

- * السطح الخارجى لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات موجبة.
- * السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية : يحمل شحنات سالبة.
- * ينشأ فرق فى الجهد نتيجة الفرق فى تركيز الأيونات بين خارج وداخل غشاء الليفة العضلية وهو ما يسمى بحالة «الاستقطاب Polarization».

الاستقطاب

حالة غشاء الليفة العضلية عندما يكون سطحها الخارجى موجباً وسطحها الداخلى سالباً.

٢ فى حالة الإثارة (استقبال العضلات الهيكلية الإرادية للسيل العصبى)

- * يعتبر المؤثر الذى يسبب انقباض العضلة الهيكلية هو وصول السيالات العصبية من المخ والحبل الشوكى عن طريق الخلايا العصبية الحركية التى تتصل نهاياتها العصبية اتصالاً محكمًا بالليفة العضلية مكونة «تشابك عصبى - عضلى».
- * عند وصول السيل العصبى إلى الحويصلات الموجودة بالنهايات العصبية للخلايا العصبية تدخل أيونات الكالسيوم إليها فتعمل على تحرير بعض المواد الكيميائية تعرف بالنواقل العصبية، مثل الأسيتيل كولين.
- * تسبح النواقل العصبية فى الفراغ الموجود بين النهايات العصبية، وغشاء الليفة العضلية حتى تصل إلى سطح الليفة العضلية الإرادية.

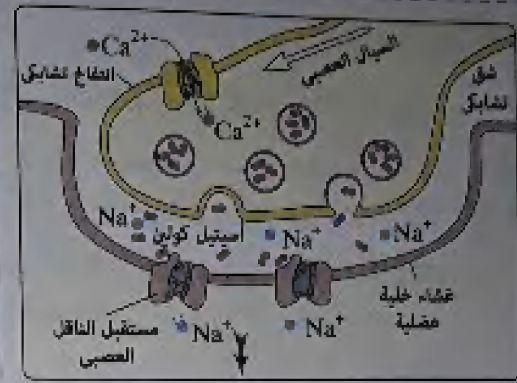
- * يتلاشى فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية ويحدث انعكاس للشحنات (أى يصبح السطح الداخلى لغشاء الليفة العضلية موجباً والسطح الخارجى سالباً) وذلك لزيادة نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم الموجبة التى تدخل بسرعة داخل غشاء الليفة العضلية حينئذ توصف حالة غشاء الليفة العضلية بحالة «اللااستقطاب Depolarization» مما يؤدي إلى انقباض العضلة.

خارج الغشاء
غشاء الليفة
داخل الغشاء

خارج الغشاء
غشاء الليفة
داخل الغشاء



(12)

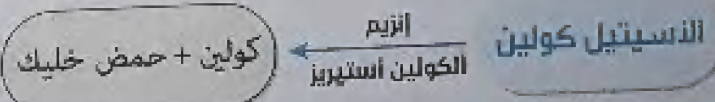


(11)

النقل السيل العصبي خلال التشابك العصبي - العضلي «للاطلاع فقط»

في حالة العودة إلى الراحة

* يعود فرق الجهد على غشاء الليفة العضلية إلى وضعه الطبيعي بعد جزء من الثانية وذلك بفعل عمل إنزيم الكولين أستيريز Cholinesterase وهو إنزيم متوافر في نقاط الاتصال العصبي - العضلي والذي يعمل على تحطيم مادة الأسيتيل كولين وتحويلها إلى كولين وحمض خلبيك وبالتالي يبطل عملها فيزول تأثير المنبه وتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية إلى وضعها الطبيعي في حالة الراحة (قبل استقبال السيل العصبي) أي العودة إلى حالة الاستقطاب حتى يمكنها أن تستقبل مؤثر جديد وتكون مهيأة للاستجابة للحفز مرة أخرى.



آلية انقباض العضلة (نظرية الخيوط المنزلقة لهكسلي Huxely)



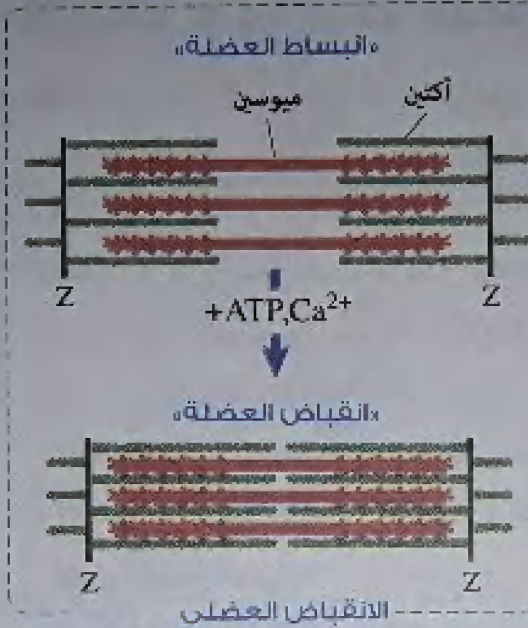
* تعتبر نظرية الخيوط المنزلقة (أو الانزلاق) التي اقترحها «هكسلي» أشهر النظريات التي فسرت انقباض العضلات.

فكرة نظرية الخيوط المنزلقة

* تعتمد فرضية الخيوط المنزلقة على التركيب المجهرى الدقيق لألياف العضلات إذ أن كل ليفة عضلية تتكون من مجموعة لبيقات وكل ليفة عضلية تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية، الأولى رفيعة أكتينية والثانية غليظة ميوسينية. استخدم «هكسلي» المجهر الإلكتروني في المقارنة بين ليفة عضلية في حالة انقباض وأخرى في حالة الراحة، واستنتج من ذلك الآتى :



في حالة الانقباض



تنزلق الخيوط البروتينية المكونة للألياف العضلية الواحدة فوق الأخرى مما يسبب انقباض أو تقلص العضلة، حيث :

* تمتد من خيوط الميوسين روابط مستعرضة (تم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم) لكي تتصل بخيوط الأكتين.

* تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف حيث إنها تسحب بمساعدة الطاقة المخزنة في جزيئات ATP (المخزون المباشر للطاقة في العضلة) المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض فينتج عن ذلك انقباض الليفة العضلية.

* تقتارب خطوط (Z) من بعضها أثناء الانقباض وهكذا تنقبض العضلة.

الروابط المستعرضة •
خيوط يتم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم تمتد من خيوط الميوسين لكي تتصل بخيوط الأكتين.

ومما سبق يمكن إيجاز التغيرات التي تطرأ على الليفة العضلية أثناء الانقباض العضلي :

- ◀ يقل طول المنطقة المضيفة نتيجة تقارب خيوط الأكتين من بعضها البعض.
- ◀ يقل أو ينعدم طول المنطقة شبه المضيفة وذلك حسب قوة الانقباض.
- ◀ يبقى طول المنطقة الداكنة كما هو.
- ◀ يقل طول القطعة العضلية (الساركومير) نتيجة تقارب خطوط (Z) من بعضها.

في حالة الانبساط (عند زوال المنبه)

- * تتبعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتتبسط العضلة وذلك عن طريق استهلاك العضلة لجزء من الطاقة المخزنة في جزيئات ATP لفصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين.
- * تتباعد خطوط (Z) عن بعضها فتعود القطع العضلية إلى طولها الأساسي.

- * مما سبق يتضح أن : عملية اتصال الروابط المستعرضة بخيوط الأكتين أثناء الانقباض وعملية انفصالها عن خيوط الأكتين عند الانبساط تحتاج إلى الطاقة المخزنة في جزيئات ATP
- * طبقاً لنظرية الخيوط المنزلقة يمكن عقد المقارنة التالية :

الليفة العضلية في حالة الانبساط

- * تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتنفصل خيوط الأكتين عن خيوط الميوسين وتنبسط العضلة.
- * تتباعد خطوط (Z) عن بعضها فتعود القطعة العضلية إلى طولها الأساسي.
- * تحتاج إلى الطاقة المخزنة في جزيئات ATP

الليفة العضلية في حالة الانقباض

- * تتصل الروابط المستعرضة الممتدة من خيوط الميوسين بخيوط الأكتين ثم تسحبها باتجاه بعضها البعض فتنقبض العضلة.
- * تتقارب خطوط (Z) من بعضها فيقل طول القطعة العضلية.
- * تحتاج إلى الطاقة المخزنة في جزيئات ATP

قصور نظرية الخيوط المنزلقة

- * قامت نظرية الخيوط المنزلقة بتفسير انقباض العضلات الهيكلية (المخططة) ولكنها لم تستطع تفسير آلية انقباض العضلات الملساء بالرغم من وجود بعض التقارير العلمية التي تشير إلى أن الخيوط البروتينية في ألياف العضلات الملساء تتكون من نوع يشبه - إلى حد كبير - الخيوط الأكتينية في العضلات الهيكلية.

الوحدة الحركية Motor Unit

الوحدة الحركية *

الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.

* الهدف من دراسة الوحدة الحركية :

التعرف على المظاهر الميكانيكية لعملية الانقباض العضلي لأن انقباض العضلات ما هو إلا محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المكونة للعضلة.



تركيب الوحدة الحركية :

تتكون الوحدة الحركية من مجموعة من الألياف العضلية والخلية العصبية التي تغذيها، حيث إنه :

- عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية داخل العضلة.
- كل ليف عصبي حركي يغذي عدداً يتراوح ما بين (٥ : ١٠٠) من الألياف العضلية وذلك بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية في موضع يعرف بـ «الوصلة العصبية العضلية».

الوصلة العصبية العضلية (التشابك العصبي - العضلي)

موضع أو مكان اتصال تفرع نهاى ليف عصبي حركي (خلية عصبية) بالصفحة النهائية الحركية لليفة العضلية.

مما سبق يتضح أن :

- ◀ الوحدة التركيبية للعضلة الهيكلية هي الليفة العضلية.
- ◀ الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية هي الوحدة الحركية.
- ◀ أصغر وحدة انقباض هي القطعة العضلية.

إجهاد العضلة Muscle Fatigue

سبب إجهاد وتعب العضلة :

انقباض العضلة بصورة متتالية وسريعة وذلك لأن الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من التنفس وإنتاج الطاقة، ولهذا تلجأ العضلة إلى تحويل مادة الجليكوجين (نشأ حيواني) إلى جلوكوز يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائي (لا يحتاج إلى أكسجين) لإنتاج طاقة تعطي العضلة فرصة أكبر للعمل، فينتج عن هذه العملية تراكم حمض اللاكتيك

الذي يسبب تعب العضلة وإجهادها كما أن تناقص جزيئات ATP يؤدي إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة انقباض مستمر وغير قادرة على الانبساط مما يسبب حدوث الشد العضلي المؤلم.

* كيفية زوال إجهاد العضلة :

تذكران

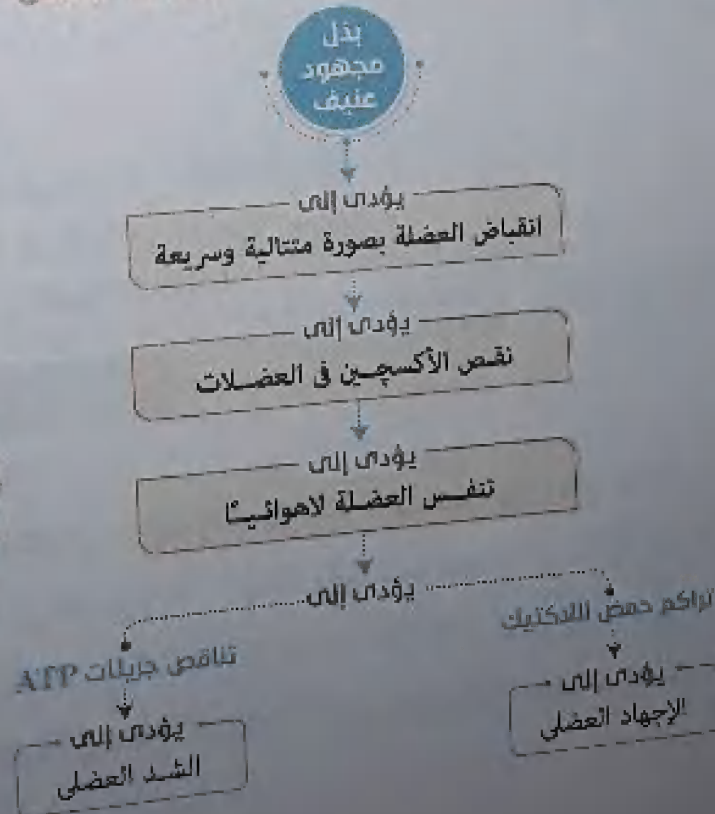
ينتج عن التنفس الهوائي للعضلة ٢٨ جزيء ATP، بينما ينتج عن التنفس اللاهوائي للعضلة ٢ جزيء ATP فقط.

عند الراحة تصل إلى العضلة كمية كافية من الأكسجين فتقوم العضلة بالتنفس الهوائي وإنتاج كمية كبيرة من جزيئات ATP فتعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين مما يؤدي إلى انبساط العضلة، وبالتالي تبدأ العضلة من جديد في تتابع من الانقباضات والانبساطات.

ملاحظات

- (١) قد يحدث الشد العضلي بسبب وصول النبضات العصبية غير الصحيحة من المخ إلى العضلات مما يتعارض مع الأراء الطبيعي لها.
- (٢) يمكن أن يتسبب الشد العضلي الزائد عن الحد في حدوث تمزق للعضلات وحدوث نزف دموي.

* المخطط التالي يوضح سبب كل من الإجهاد العضلي والشد العضلي :





الباب الأول

التركيب والوظيفة
في الكائنات الحية

التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

الفصل 2

التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.

الدرس الأول

تابع الغدد في الإنسان.

الدرس الثاني

أهداف الفصل :

- في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :
 - يتعرف دور العلماء في اكتشاف الهرمونات.
 - يذكر أهمية الأوكسينات بالنسبة للنبات.
 - يكشف وظائف الهرمونات.
 - يذكر أمثلة للغدد الصماء الموجودة في الإنسان.
 - يستنتج خصائص الهرمونات.
 - يقارن بين الغدد الصماء (اللافتوية) والغدد الفتوية في الإنسان.
 - يتعرف دور الغدة النخامية.
 - يستنتج أن الغدة النخامية هي رئيسة الغدد الصماء.
 - يوضح وظيفة الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية.
 - يتعرف دور البكرياس كمُنظِّم للسكر.
 - يستنتج أن البكرياس غدة مزوجية (فتوية ولاقنوية).
 - يربط بين المرض وما يسببه (نقص وزيادة في إفراز هرمون معين).
 - يقدر عظمة الخالق في خرقية التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.

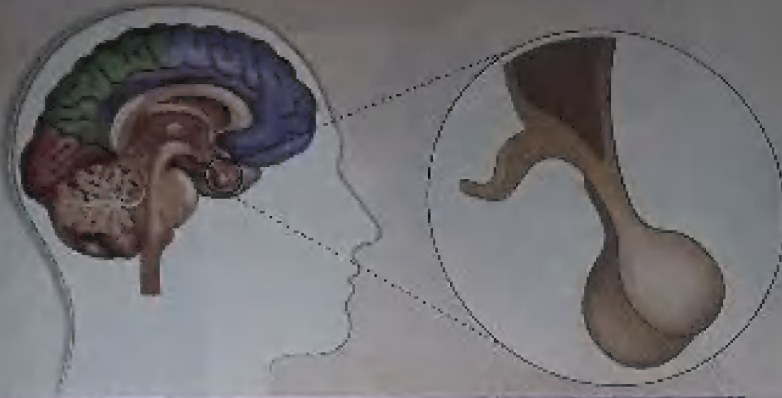
لدى عدم انقباض
انقباض مست

تذكر ان
الهوائي العضلي
بينما ينتج عن
عضلة ٢ جزئ

حة من المخ إلى

سلات وحدود

سئلة الدرس
انتظر
الاستا



التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

القصر 2 | الدرس الأول

جهاز الغدد الصماء Endocrine System

* هو الجهاز الثاني بعد الجهاز العصبي من الأجهزة التي تتحكم في وظائف الجسم. ولذلك فإن وظائف الجسم المختلفة تكون تحت سيطرة التحكم العصبي والهرموني.

الغدد الصماء Endocrine Glands

غدة لاقنوية ذات إفراز داخلي تصب إفرازاتها من الهرمونات في الدم مباشرة بكميات محددة لكي تؤدي وظائفها.

الهرمونات Hormones

مواد كيميائية عضوية تتكون داخل غدة لاقنوية (صماء) تُفرز في الدم مباشرة ثم تنتقل عن طريق الدم إلى عضو آخر فتؤثر عادةً على وظيفته ونموه.

* تُفرز الهرمونات بكميات محددة لكي تؤدي وظيفتها على أحسن وجه حيث إن زيادتها أو نقصها يؤدي إلى اختلال في الوظيفة مما قد يسبب أعراضاً مرضية تختلف من هرمون لآخر.

* معظم تأثيرات الهرمونات من النوع المحفز حيث تقوم بتنشيط أعضاء أو غدد أخرى.



الهرمونات في النبات (الأوكسينات)

الأوكسينات

مواد كيميائية تُفرز من الخلايا الحية في القمم النامية والبراعم النباتية (مناطق الاستقبال) وتنتقل إلى مناطق الاستجابة حيث تؤثر في وظائف المناطق المختلفة بالنبات.



دور الأوكسينات في انحناء القمة النامية للساق، للاطلاع فقط.

* يعتبر «بويسن جنسن» Boysen Jensen

أول من أشار إلى الأوكسينات (الهرمونات النباتية) عام ١٩١٣م، واستطاع أن يفسر دورها في انحناء الساق نحو الضوء، فقد أثبت أن :

القمة النامية للساق (منطقة الاستقبال) تفرز مادة كيميائية (أندول حمض الخليك) تنتقل منها إلى منطقة الاستجابة (منطقة الانحناء) فتسبب انحناءها.

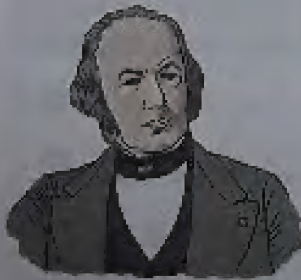
* مكان الإفراز : تُفرز الأوكسينات من الخلايا

الحية في القمم النامية والبراعم النباتية لأن النبات ليس له غدد خاصة.

* الأهمية : تتأكد أهمية الأوكسينات من خلال تأثيرها في وظائف المناطق المختلفة بالنبات، حيث إنها :

- ١ تنظيم تتابع نمو الأنسجة وتنوعها.
- ٢ تؤثر على النمو بالتنشيط أو بالتثبيط.
- ٣ تتحكم في موعد تفتح الأزهار وتساقط الأوراق ونضج الثمار وتساقطها.
- ٤ تؤثر على العمليات الوظيفية في جميع خلايا وأنسجة النبات.
- ٥ تمكن الإنسان من التحكم في إخضاع نمو النبات.

الهرمونات في الحيوان



كلود برنار

اكتشاف الهرمونات الحيوانية

١ كلود برنار Cloud Bernar

* درس في عام ١٨٥٥م وظائف الكبد.

* اعتبر السكر المدخر في الكبد هو إفرازه الداخلي والصفراء

إفرازه الخارجي.



ستارلينج

ستارلينج Starling

* في عام ١٩٠٥ م :

- وجد أن البنكرياس يفرز عصاراته الهاضمة فور وصول الغذاء من المعدة إلى الاثنى عشر حتى بعد قطع الاتصال العصبى بين البنكرياس وغيره من الأعضاء.
- استنتج أن هناك نوعاً من التنبيه غير العصبى.
- توصل إلى أن الغشاء المخاطى المبطن للاثنى عشر يفرز مواد (رسائل كيميائية) تسرى فى تيار الدم حتى تصل إلى البنكرياس فتنبهه إلى إفراز عصاراته الهاضمة.
- * أطلق على هذه الرسائل الكيميائية اسم «الهرمونات» (لفظ يونانى معناه المواد المنشطة).

الدراسات الحديثة

- * بقوالى الدراسات واتساع ميدان البحث العلمى أمكن التعرف على الغدد الصماء فى جسم الإنسان وعلى الهرمونات الخاصة بكل غدة.
- * **سندرس فيما يلى التنظيم (التنسيق) الهرمونى فى الإنسان كنموذج يمثل قمة التطور.**

التنظيم الهرمونى فى الإنسان

- * توصل العلماء إلى معرفة الكثير من وظائف الهرمونات والغدد الصماء حيث تم ذلك عن طريق :
 - ١ دراسة الأعراض التى تظهر على الإنسان أو الحيوان نتيجة تضخم غدة صماء أو استئصالها.
 - ٢ دراسة التركيب الكيميائى لخلاصة الغدة والتعرف على أثرها فى العمليات الحيوية المختلفة.

خصائص الهرمونات

* تتميز الهرمونات بعدة خصائص من أهمها أنها :

- ١ مواد كيميائية عضوية بعضها يتكون من البروتين المعقد وبعضها الآخر من مركبات بسيطة كالأحماض الأمينية أو الإستيرويدات (مواد دهنية).
- ٢ تُفرز بكميات قليلة تقدر بالميكروجرام (١/١٠٠٠ ملليجرام).



٢ ذات أهمية كبيرة في حياة الإنسان والتي تتمثل في أداء الوظائف التالية :

- اتزان الوضع الداخلى للجسم وتنظيمه (الاتزان الداخلى).
- نمو الجسم.
- النضج الجنسى.
- التمثيل الغذائى (عملية الأيض وتشمل عمليتى البناء والهدم).
- سلوك الإنسان ونموه العاطفى والتفكيرى.

أضف إلى معلوماتك

يتم عادةً تنظيم الهرمونات وفق آلية التغذية الراجعة السلبية فعندما ينخفض مستوى هرمون معين تبدأ الغدة المفرزة له بزيادة إفرازه وعندما يكون مستواه عاليًا تقلل الغدة من إفرازه وتشير كلمة «سلبية» في هذه الحالة إلى عكس الحالة أو إعادتها إلى وضعها الطبيعى.

أنواع الغدد فى جسم الإنسان

* يوجد فى جسم الإنسان ثلاثة أنواع من الغدد هى :

* غدد ذات إفراز خارجى وتحتوى على الجزء المفرز ولها قنوات

خاصة بها، تصب فيها إفرازاتها إما :

- داخل الجسم : مثل الغدد اللعابية والهضمية.

أو

- خارج الجسم : مثل الغدد العرقية.

١

الغدد القنوية

Exocrine Glands

* غدد ذات إفراز داخلى ليس لها قنوات خاصة بها، بل تصب

إفرازاتها من الهرمونات فى الدم مباشرة.

* من أهم أمثلتها : الغدة النخامية، الغدة الدرقية، الغدة الكظرية.

٢

الغدد الصماء (اللاقنوية)

Endocrine Glands

* غدد تجمع بين الغدد القنوية والغدد الصماء، حيث إن تركيبها يتكون

من جزء غدى قنوى وآخر غدى لاقنوى.

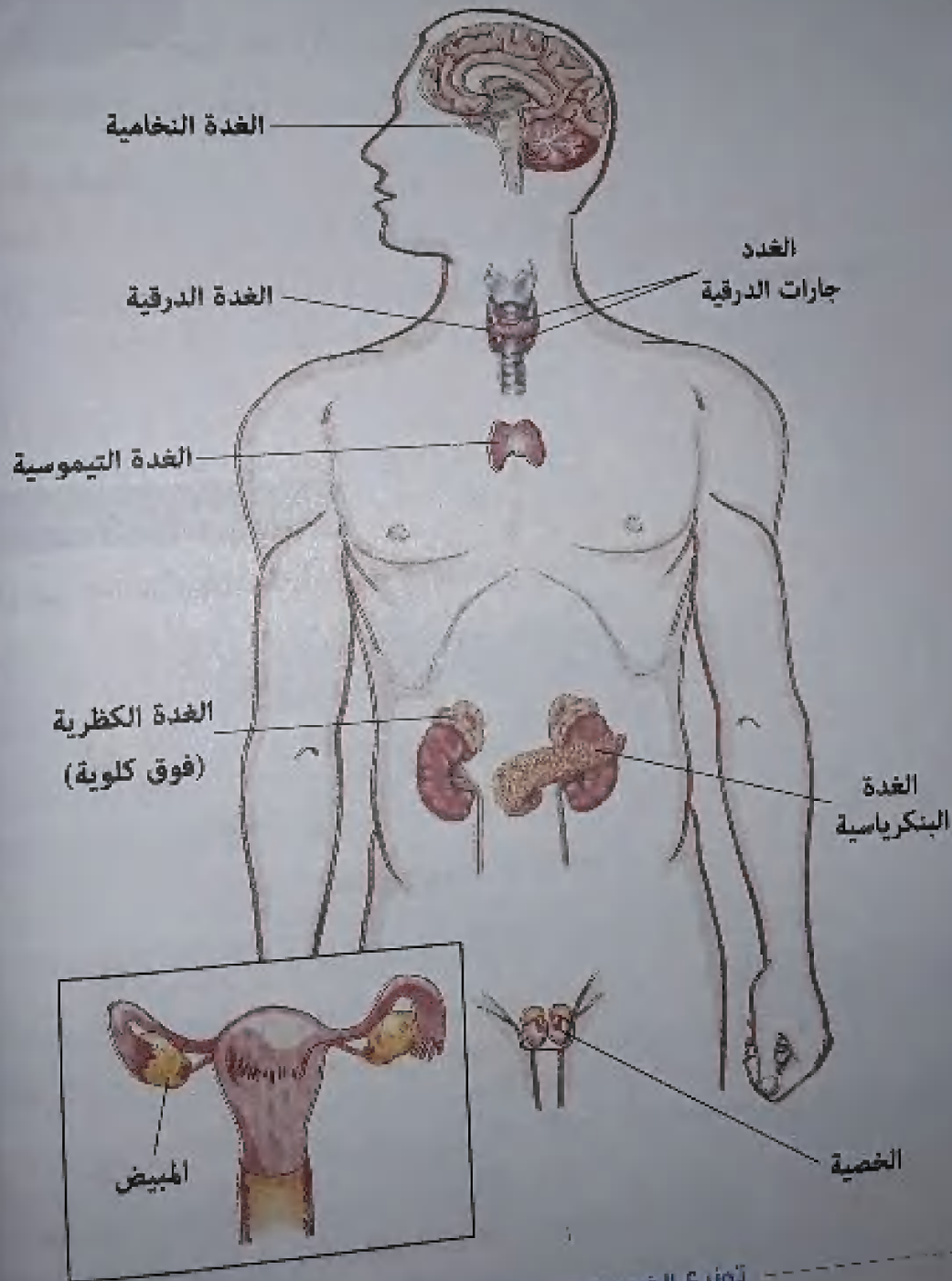
* من أهم أمثلتها : البنكرياس، الخصية.

٣

الغدد المختلطة (المشتركة)

Mixed Glands

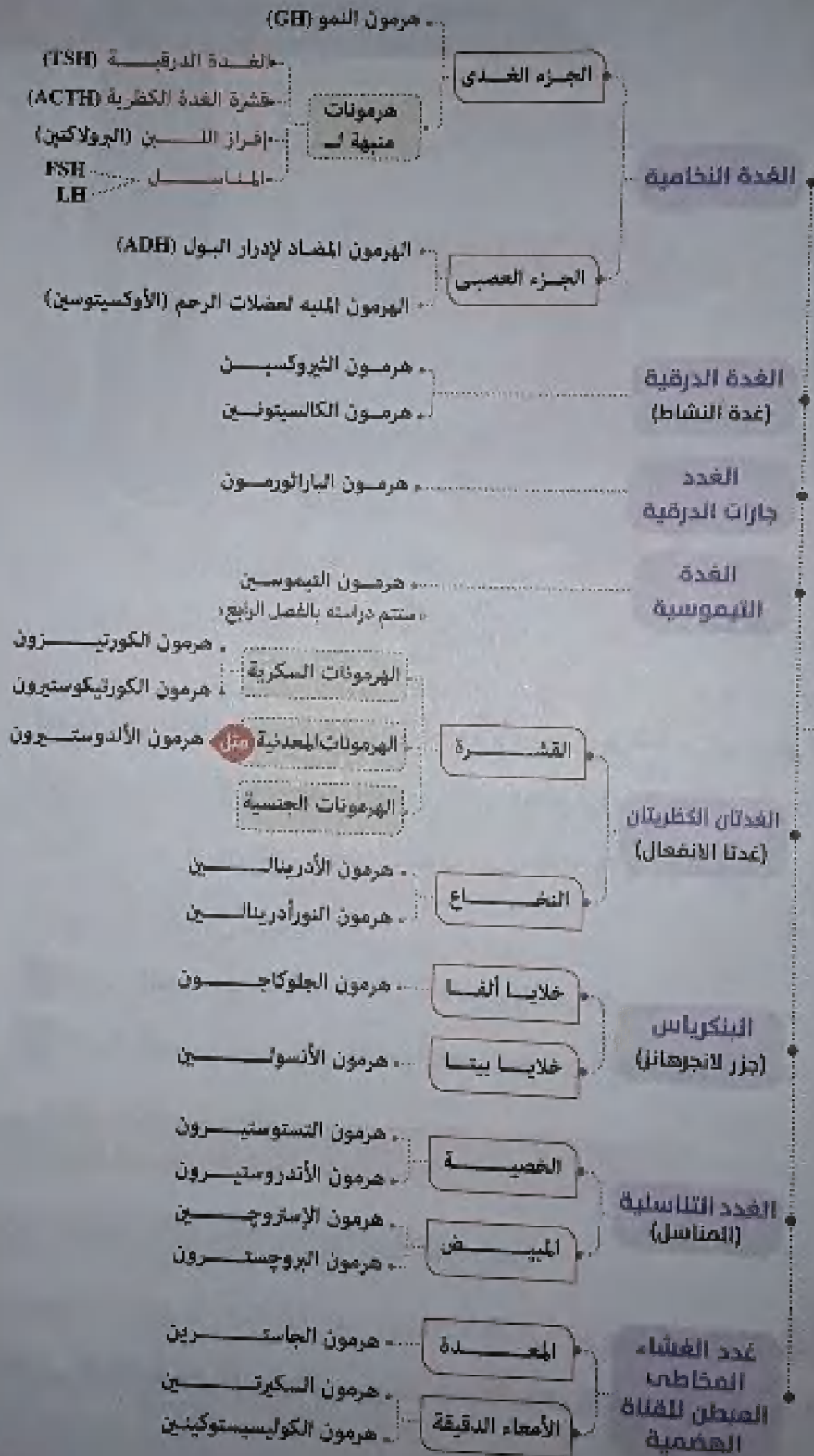
* الشكل والمخطط التاليان يوضحان أن جسم الإنسان يحتوي على مجموعة من الغدد الصماء موزعة في أماكن متفرقة من الجسم، لكل منها إفراز خاص بها يحوي هرموناً واحداً أو مجموعة هرمونات :

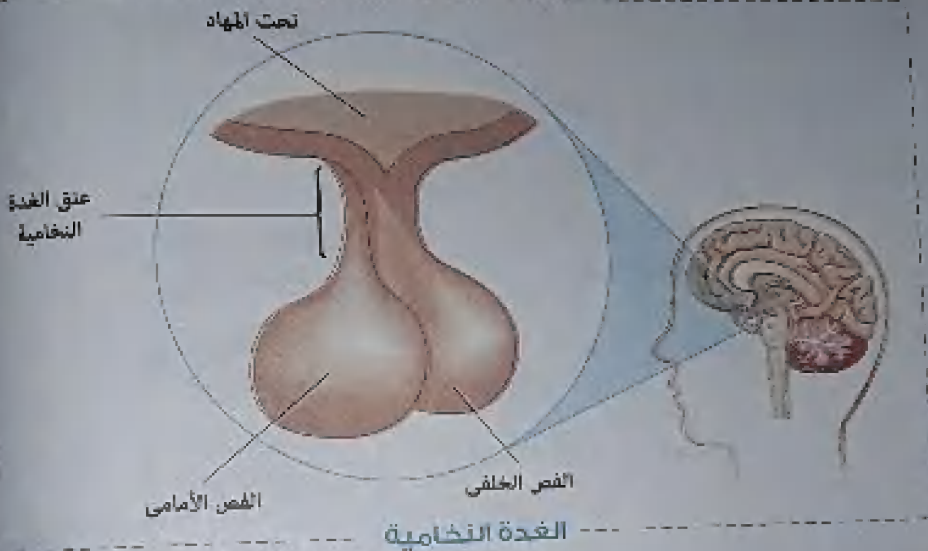


توزيع الغدد الصماء في جسم الإنسان



الدرس الأول





تُعتبر الغدة النخامية سيدة الغدد أو المايسترو وذلك لأنها تتحكم في جهاز الغدد الصماء عن طريق الهرمونات التي تفرزها وتؤثر في إفراز معظم الغدد الصماء.

الموقع : توجد أسفل المخ، وتتصل بمنطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس).

التركيب : تتكون من جزئين، هما :

أ الجزء القدي : يتكون من الفص الأمامي والفص الأوسط.

ب الجزء العصبي : يتكون من الفص الخلفي وجزء من المخ المعروف بالقمع أو العنق العصبي.

أ هرمونات الجزء القدي Adenohypophysis Hormones

١ هرمون النمو، GH، Growth Hormone

وظيفته : يتحكم في عمليات الأيض وخاصةً تصنيع البروتين، وبذلك يتحكم في نمو الجسم.

النقص أو الزيادة في إفراز الهرمون يسبب حالة مرضية تعتمد على المرحلة العمرية للمريض



- في الأطفال :

• نقص الإفراز يسبب «القزامة Dwarfism».

• زيادة الإفراز تسبب «العكلة Gigantism».

- في البالغين :

زيادة الإفراز تسبب حالة «الأكروميغالي Acromegaly»

والتي تتميز بتجديد نمو الأجزاء البعيدة في العظام الطويلة

(كالأيدي والأقدام والأصابع) وتضخم عظام الوجه.

٢ الهرمونات المنبهة للغدد Pituitary Tropic Hormones

مجموعة من الهرمونات تؤثر على نشاط بعض الغدد الصماء الأخرى، وتشمل :

١ الهرمون المنبه للغدة الدرقية (TSH) Thyroid Stimulating Hormone

٢ الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية (ACTH) Adrenocorticotrophic Hormone

٣ الهرمون المنبه لإفراز اللبن (البرولاكتين Prolactin) : يعمل على إفراز اللبن من الغدة الثديية.

٤ الهرمونات المنبهة للمناسل Gonadotropic Hormones. وتشمل الهرمونات التالية :

في الذكور	في الأنثى	الهرمون المنبه لتكوين الحويصلة «FSH» Follicle - Stimulating Hormone
يساعد على تكوين الأئبيبيات المنوية وتكوين الحيوانات المنوية في الخصية	يعمل على نمو الحويصلات في المبيض وتحولها إلى حويصلة جراف	
مسئول عن تكوين وإفراز الخلايا البينية في الخصية	يحفز تكوين الجسم الأصفر	الهرمون المنبه لتكوين الجسم الأصفر «LH» Luteinizing Hormone

ملحوظة

هرمون FSH وهرمون LH ضروريان لإكمال عملية التكوين الجنسي للفرد.

ب هرمونات الجزء العصبي Neurohypophysis Hormones

* مكان إفرازها : تفرزها خلايا عصبية توجد في منطقة تحت المهاد (الهيپوثالامس) بالمخ والتي تعرف بـ «الخلايا العصبية المفرزة».

الخلايا العصبية المفرزة *



خلايا عصبية توجد في منطقة تحت المهاد (الهيپوثالامس) بالمخ وتقوم بإفراز هرمونات الجزء العصبي من الغدة النخامية والتي تصل إلى الفص الخلفي للغدة النخامية.

* تصل الهرمونات المفرزة إلى الفص الخلفي للغدة النخامية. وهي تشمل الهرمونات التالية :

1 الهرمون المضاد لإدرار البول «ADH» Antidiuretic Hormone
(الهرمون القابض للأوعية الدموية «فازوبريسين Vasopressin H»)

* وظيفته :

- 1 يعمل على تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء في النفرون.
- 2 يعمل على رفع ضغط الدم.

2 الهرمون الملته لعظلات الرحم «الوكسيتوسين Oxytocin Hormone»

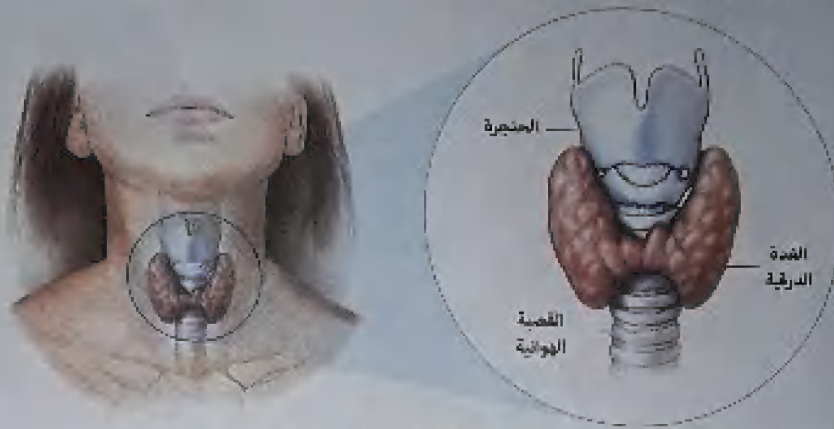
* وظيفته :

- 1 له علاقة مباشرة بعملية تنظيم تقلصات الرحم ويزيدها بشدة أثناء عملية الولادة من أجل إخراج الجنين (لهذا غالباً ما يستخدمه الأطباء للإسراع في عمليات الولادة).
- 2 له أثراً مشجعاً في اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.



• مما سبق يمكن تلخيص هرمونات الغدة النخامية في المخطط التالي :





الغدة الدرقية

• **الموقع:** توجد في الجزء الأمامي من الرقبة، ملاصقة للقصبية الهوائية.

• **الوصف:** - غدة حويصلية تميل إلى اللون الأحمر.

- محاطة بغشاء من نسيج ضام. - تتكون من فصين بينهما بروز.

• **الوظيفة:** تفرز هرمونين هامين بالنسبة للجسم، هما:

١ **هرمون الثيروكسين Thyroxin** (لا بد من وجود عنصر اليود لتكوينه) الذي يقوم بعدة وظائف في الجسم، منها أنه:

(١) يعمل على نمو وتطور القوى العقلية والبدنية.

(٢) يؤثر على معدل الأيض الأساسي ويتحكم فيه.

(٣) يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية.

(٤) يحافظ على سلامة الجلد والشعر.

٢ **هرمون الكالسيتونين Calcitonin** الذي يعمل على:

تقليل نسبة الكالسيوم في الدم ويمنع سحبه من العظام.

• **أمراض الغدة الدرقية:**

تنشأ بعض الحالات المرضية نتيجة نقص أو زيادة إفراز الغدة الدرقية لهرمون الثيروكسين، مثل ما يسمى بـ «التضخم» وهو نوعين:



أ التضخم البسيط (الجويتر البسيط) : وهو التضخم الناتج عن نقص إفراز هرمون الثيروكسين.

ب التضخم الجحوظي (الجويتر الجحوظي) : وهو التضخم الناتج عن زيادة إفراز هرمون الثيروكسين.

أ التضخم البسيط (الجويتر البسيط) (Simple Goiter)

* **السبب** : نقص إفراز هرمون الثيروكسين نتيجة نقص اليود في الغذاء والماء والهواء.

* **العلاج** : إضافة اليود إلى الملح والأغذية المختلفة.

* **المضاعفات الناتجة عن النقص الحاد في إفراز هرمون الثيروكسين** :

١ مرض القماءة Cretinism :

- **السبب** : نقص حاد في إفراز هرمون الثيروكسين في الأطفال.

- **الأعراض** : يؤثر النقص الحاد في إفراز هرمون الثيروكسين على كل من :

(١) النمو الجسمي : فيكون الجسم قصير والرأس كبيرة والرقبة قصيرة.

(٢) النضج العقلي : قد يسبب له تخلف عقلي.

(٣) النضج الجنسي : قد يسبب له تأخر النضج الجنسي.

٢ مرض الميكسوديما Myxoedema :

- **السبب** : نقص حاد في إفراز هرمون

الثيروكسين في البالغين.

- **الأعراض** :

(١) جفاف الجلد وتساقط الشعر.

(٢) هبوط مستوى التمثيل الغذائي لدرجة

عدم تحمل الفرد البرودة.

(٣) زيادة في وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة.

(٤) قلة ضربات القلب.

(٥) الشعور السريع بالتعب.

- **علاجه** : يتم العلاج بهرمونات الغدة الدرقية أو مستخلصاتها وذلك تحت إشراف طبي

متخصص.

أضف إلى معلوماتك

كلمة ميكسوديما تعني الاستسقاء
المخاطي وأصلها كلمة يونانية
حيث يعني الجزء (myx) مخاط
ويعني الجزء (edema) تورم حيث
تتراكم المواد المخاطية تحت الجلد.

ب. التضخم الجحوظي (الجويتر الجحوظي Exophthalmic Goiter)



التضخم الجحوظي

* **السبب** : الإفراط في إفراز هرمون الثيروكسين.

* **الأعراض** : (١) تضخم ملحوظ للغدة الدرقية وانتفاخ الجزء

الأمامي من الرقبة مع جحوظ العينين.

(٢) زيادة في أكسدة الغذاء لدرجة عدم تحمل

الفرد للحرارة.

(٣) نقص في وزن الجسم.

(٤) زيادة في ضربات القلب.

(٥) تهيج عصبي.

* **العلاج** : يتم العلاج بإحدى الطريقتين التاليتين :

- استئصال جزء من الغدة الدرقية.

- استخدام مركبات طبية خاصة.



ثالثاً الغدد جارات الدرقية Parathyroid Glands

* **الموقع** : تتكون من أربعة أجزاء منفصلة، اثنتان

على كل جانب من الغدة الدرقية.

* **الوظيفة** : تفرز هرمون « الباراثورمون

Parathormone » :

- وظيفة هرمون الباراثورمون :

١ يلعب دوراً هاماً بالاشتراك مع هرمون

الكالسيتونين (المُفرز من الغدة الدرقية)

في الحفاظ على المعدل الطبيعي لمستوى

الكالسيوم في الدم.

٢ تعتمد كمية هرمون الباراثورمون

على نسبة الكالسيوم في الدم حيث يزداد

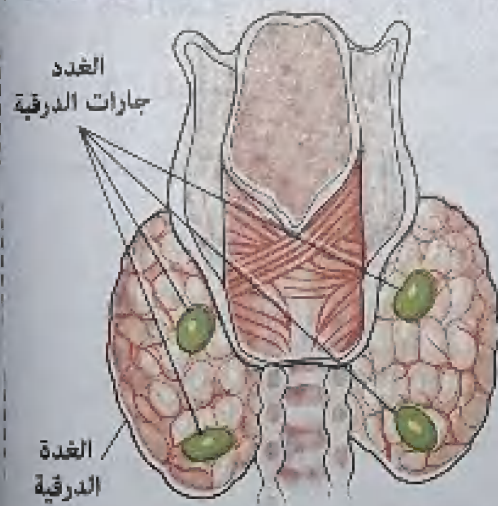
إفرازه عند انخفاض نسبة الكالسيوم في

الدم لكي يعمل على سحبه من العظام.

- زيادة إفراز هرمون الباراثورمون تسبب :

ارتفاع نسبة الكالسيوم في الدم نتيجة سحبه من العظام مما يؤدي إلى هشاشة العظام

وتعرضها للانحناء والكسر بسهولة.



الغدد جارات الدرقية

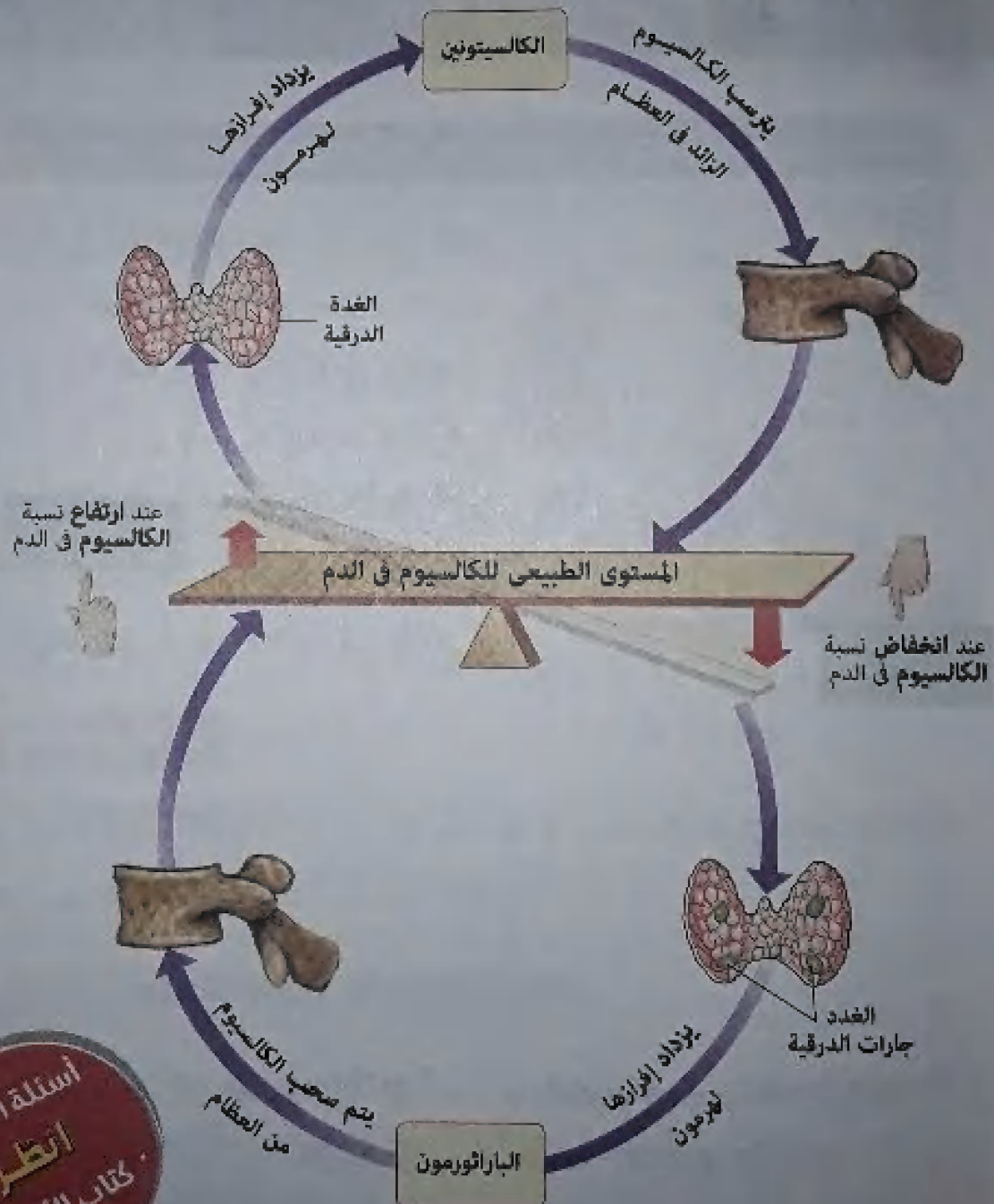
عند انخفاض الكالسيوم

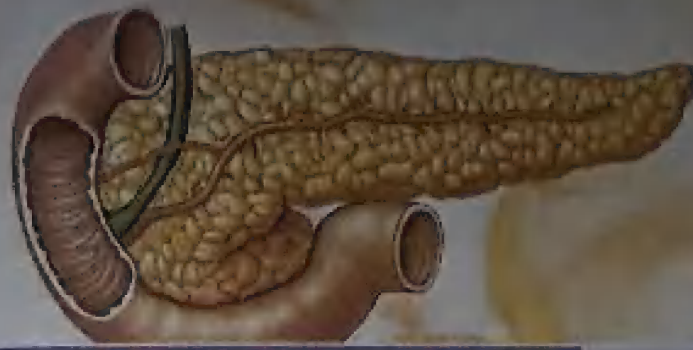


- نقص إفراز هرمون الباراثورمون يسبب :

- ١ نقص نسبة الكالسيوم في الدم.
- ٢ سرعة الانفعال والغضب والثيرة لأقل سبب.
- ٣ تشنجات عضلية مؤلمة.

* المخطط التالي يوضح دور هرموني الكالسيتونين والباراثورمون في تنظيم نسبة الكالسيوم في الدم :





تابع الغدد فى الإنسان

الفصل 2 ! الدرس الثانى

رابعاً الغدتان الكظريتان (فوق الكلوية) «غدتا الانفعال» Adrenal (Suprarenal) Glands



• **الموقع** : غدتان تقع كل منهما فوق إحدى الكليتين.

• **التركيب** : يتكون كل غدة من منطقتين متميزتين

من الناحية التشريحية والفسيولوجية، وهما :

- الجزء الخارجى يسمى «القشرة Cortex».

- الجزء الداخلى يسمى «النخاع Medulla».

• تختلف الهرمونات التى تفرزها القشرة عن

الهرمونات التى يفرزها النخاع، وهى كالتالى :

1 هرمونات القشرة

• تفرز قشرة الغدة الكظرية العديد من الهرمونات تعرف بمجموعة «السترويدات Steroids» والتى يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات كالتالى :

1 مجموعة الهرمونات السكرية Glucocorticoids

• **تشمل** : هرمون الكورتيزون Cortison وهرمون الكورتيكوستيرون Corticosterone

• **الوظيفة** : تنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات - النشويات) بالجسم.



٢ مجموعة الهرمونات المعدلية Mineralocorticoids

• منها : هرمون الألدوستيرون Aldosterone

• **الوظيفة :** له دور هام فى الحفاظ على توازن المعادن بالجسم، فمثلاً يساعد على إعادة امتصاص الأملاح، مثل الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.

٣ مجموعة الهرمونات الجنسية Sex Hormones

• هرمونات لها نشاط مشابه للهرمونات الذكورية (التستوستيرون) والهرمونات الأنثوية (الإستروجين والبروجسترون) التى تفرزها الغدد الجنسية.

• إذا حدث خلل بين توازن هذه الهرمونات والهرمونات الجنسية المفرزة من الغدد المختصة، يؤدي ذلك إلى :

- ظهور صفات وعوارض الذكورة فى الإناث البالغة.
- ظهور صفات وعوارض الأنوثة فى الذكور البالغين.
- ضمور الغدد الجنسية فى كلا الجنسين (فى حالة حدوث تورم لقشرة الغدة).



ب هرمونات النخاع

• يفرز النخاع هرمونين، هما: الأدرينالين Adrenaline،

النورأدرينالين Noradrenaline (هرمونى النجدة والطوارئ).

• **الوظيفة :** يقوم الهرمونات بعدة وظائف حيوية فى حالة الطوارئ التى يوضع فيها الجسم، (مثل : الخوف، الإثارة، القتال، الهروب)، حيث يعملان على :

- ١ زيادة نسبة السكر فى الدم عن طريق تحلل الجليكوجين المخزن فى الكبد إلى جلوكوز.
- ٢ زيادة قوة وسرعة انقباض القلب.
- ٣ رفع ضغط الدم.

ونتيجة للتغيرات السابقة تحصل عضلات الجسم على الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين (يظهر ذلك بوضوح أثناء تأدية التمرينات الرياضية).

خامسا البنكرياس Pancreas

• يعتبر البنكرياس من الغدد المشتركة (المختلطة) التي تجمع بين الغدد القنوية (ذات الإفراز الخارجى) والغدد اللاقنوية (الصماء) حيث إنه :
 ١ يصب إنزيماته الهاضمة التي تفرزها خلايا حويصلية فى الاثنى عشر وذلك عن طريق القناة البنكرياسية (أى أنه يعمل كغدة قنوية).

٢ يفرز هرموناته فى الدم

مباشرةً وذلك من خلايا غدية صغيرة متخصصة تُعرف بـ

«جزر لانجرهانس Islets of Langerhans» (أى أنه يعمل كغدة صماء).

• أنواع الخلايا فى جزر لانجرهانس :

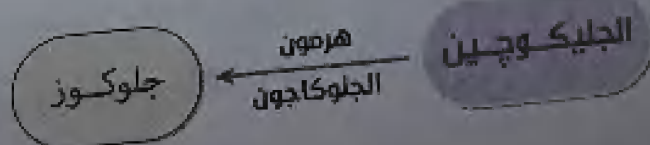
يمكن التمييز بين نوعين من الخلايا فى جزر لانجرهانس هما :

١ خلايا ألفا Alpha cells

• عددها قليل وتفرز هرمون الجلوكاجون Glucagon

• وظيفة هرمون الجلوكاجون :

يعمل على رفع تركيز سكر الجلوكوز فى الدم وذلك عن طريق تحويل الجليكوجين المخزن بالكبد فقط إلى جلوكوز.





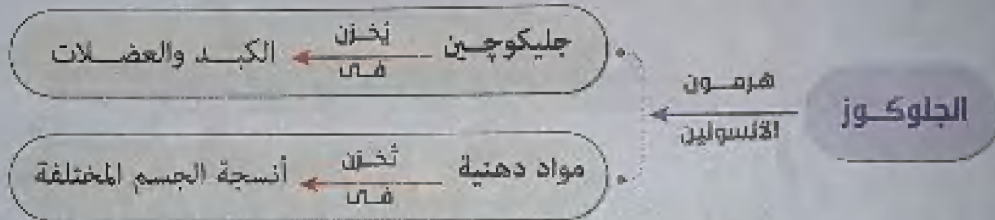
ب خلايا بيتا Beta cells

تمثل غالبية خلايا جزر لانجرهانز وتفرز هرمون الأنسولين **Insulin** ووظيفة **هرمون الأنسولين** : يعمل على خفض تركيز سكر الجلوكوز في الدم وذلك عن طريق :

ملحوظة
يمر الفركتوز إلى داخل الخلايا دون الحاجة لهرمون الأنسولين.

- ١ مرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة.
- ٢ التحكم في العلاقة بين الجليكوجين المخزن والجلوكوز المنفرد في الدم، حيث يحفز تحول الجلوكوز إلى :
- جليكوجين يُخزن في الكبد والعضلات.

أو
- مواد دهنية تُخزن في أنسجة الجسم المختلفة.



* **نقص إفراز هرمون الأنسولين** : يؤدي إلى حدوث خلل في أيض كل من الجلوكوز والدهون في الجسم مما يسبب مرض «البول السكري» **Diabetes Mellitus**.

* **أعراض مرض البول السكري** :

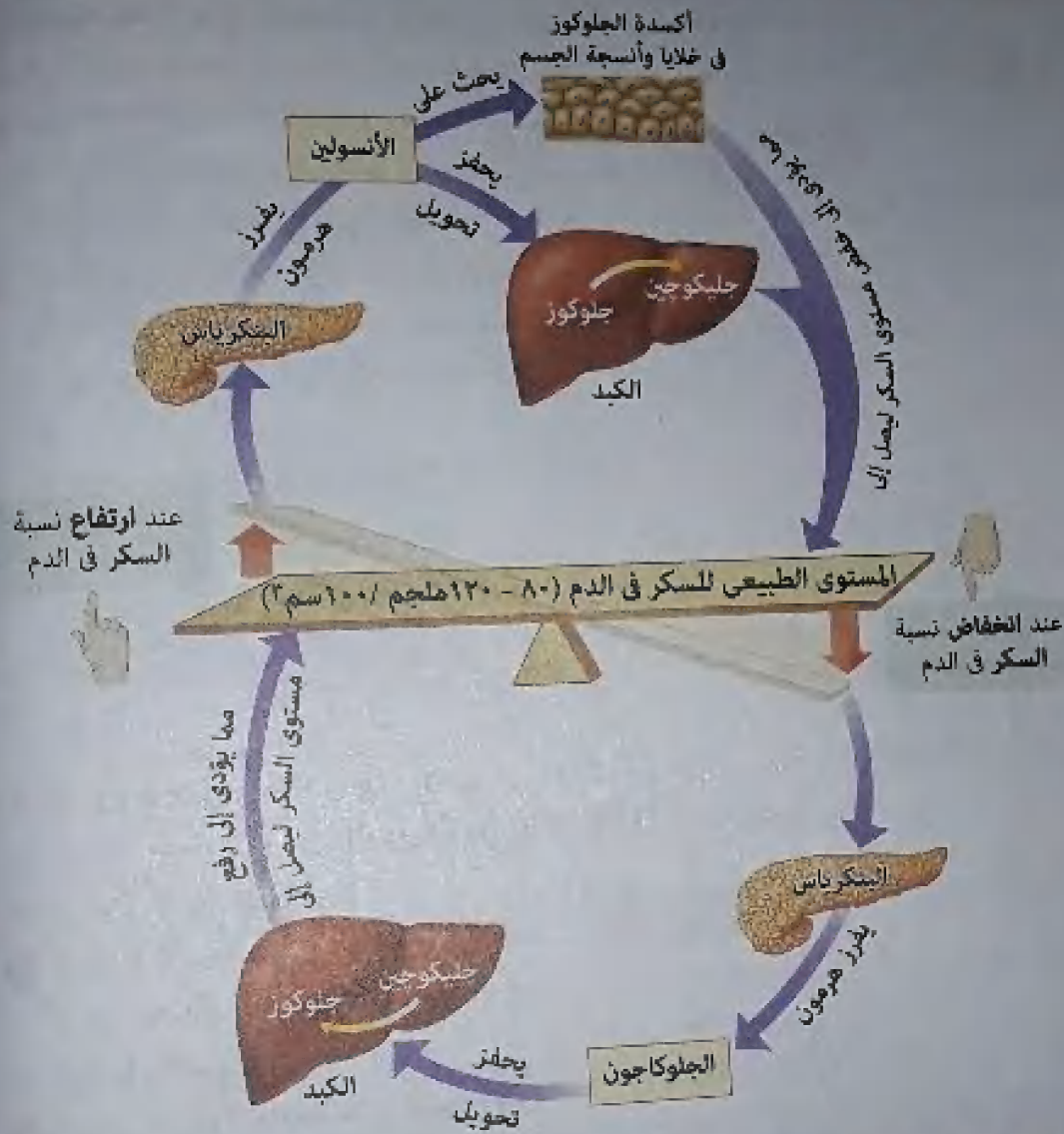
- (١) يعمل هرمون الجلوكاجون بطريقة عكس هرمون الأنسولين.
- (٢) هرمون الجلوكاجون وهرمون الأنسولين لهما علاقة مباشرة باستخدام السكر في الجسم وبالتالي الحفاظ على المستوى الثابت للسكر في الدم والذي يبلغ حوالي (٨٠ - ١٢٠ ملليجرام / ١٠٠ سم^٣).

- ١ ارتفاع نسبة سكر الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي (يظهر ذلك في تحاليل الدم).
- ٢ تعدد التبول والعطش، نتيجة وجود سكر الجلوكوز في البول (يظهر ذلك في تحليل البول) الذي يصاحبه إخراج كميات كبيرة من الماء.
- ٣ إصابة مرضى السكر أحياناً بغيوبة السكر.

أضف إلى معلوماتك

يحقن مريض السكر بالأنسولين ولا يتناوله عن طريق الفم لأن هرمون الأنسولين يتكون من البروتين فإذا تم تناوله عن طريق الفم سيتعرض للهضم بواسطة إنزيمات هضم البروتين في المعدة والأمعاء قبل أن يصل للدورة الدموية، كما أن حقنه يوفر له الوصول المباشر للدم ليؤثر سريعاً.

المخطط التالي يوضح دور هرموني الأنسولين والجلوكاجون في تنظيم نسبة السكر في الدم :



سادساً الغدد التناسلية (المناسل) Sex Glands (Gonads)

* الغدد التناسلية (المناسل) في الإنسان تشمل :

- الخصية في الذكر.

* وظيفتها :

- المبيض في الأنثى.

- ١ تكوين الجامينات الذكورية (الحيوانات المنوية) والجامينات الأنثوية (البويضات) (وظيفة أساسية).
- ٢ تفرز مجموعة من الهرمونات الجنسية المسؤولة عن نمو الأعضاء التناسلية وظهور الصفات الجنسية وهي تتميز إلى نوعين، هما :



أ الهرمونات الجنسية الذكرية Male sex Hormones

تُعرف الهرمونات الذكرية بـ «الأندروجينات Androgens»، وتشمل هرمونين، هما :

١ هرمون التستوستيرون Testosterone

٢ هرمون الأندروستيرون Androsterone

* مكان الإفراز : تُفرز من الخلايا البينية في الخصية.

* الوظيفة : - نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.

- ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر.

ب الهرمونات الجنسية الأنثوية Female sex Hormones

١ بعض الهرمونات الجنسية الأنثوية والتي تعرف بـ «الإستروجينات Oestrogenes»، وتشمل هرمونين، هما :

الوظيفة	مكان الإفراز	هرمون الإستروجين Oestrogen (الإستراديول Oestradiol)
* يعمل على ظهور الخصائص الجنسية الثانوية في الأنثى، مثل : كبر الغدد الثديية وتنظيم الطمث (الدورة الشهرية).	يُفرز من حويصلات جراف في المبيض	
* يعمل على تنظيم دورة الحمل، حيث : - ينظم التغيرات الدموية في الغشاء المبطن للرحم ليعده لاستقبال البويضة وزرعها. - ينظم التغيرات التي تحدث في الغدد الثديية أثناء الحمل.	يُفرز من الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة في الرحم	هرمون البروجسترون Progesterone

٢ هرمون الريلاكسين Relaxin

* مكان الإفراز : يُفرز من الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة وبطانة الرحم.

* الوظيفة : يزيد إفرازه عند نهاية فترة الحمل فيعمل على ارتخاء الارتفاق العاني لتسهيل عملية الولادة.

Gastrointestinal Hormones هرمونات القناة الهضمية

سابقا

- الغشاء المخاطي المبطن للقناة الهضمية :
- يحتوى على غدد تفرز العصارة الهاضمة.
- يقوم بإفراز مجموعة من الهرمونات تعمل على تنشيط غدد القناة الهضمية لإفراز الإنزيمات الهاضمة وعصاراتها المختلفة، مثل :

١ هرمون الجاسترين الذي يفرز من المعدة وينتقل خلال الدم إلى المعدة مرة أخرى ليحثها على إفراز العصير المعدى.

٢ هرمونى السكيرتين Secretin والكوليسيستوكينين Cholecystokinin اللذان يُفرزان من الأمعاء الدقيقة وينتقلا عبر الدم إلى البنكرياس ليحثانه على إفراز العصارة البنكرياسية.

★ يمكن تلخيص ما سبق دراسته فيما يلى :

١ الهرمونات ومكان إفرازها ووظائفها

الوظيفة	مكان الإفراز	الهرمون
<ul style="list-style-type: none"> * تنظم تتابع نمو الأنسجة وتنوعها. * تؤثر على النمو بالتنشيط أو التثبيط. * تتحكم فى موعد تفتح الأزهار وتساقط الأوراق ونضج الثمار وتساقطها. * تؤثر على العمليات الوظيفية فى جميع خلايا وأنسجة النبات. * تمكن الإنسان من التحكم فى إخضاع نمو النبات. 	الخلايا الحية فى القمم النامية والبراعم النباتية	الاوكتسينات (الهرمونات النباتية)
<ul style="list-style-type: none"> * اتزان الوضع الداخلى للجسم وتنظيمه. * نمو الجسم. * التمثيل الغذائى. * سلوك الفرد ونموه العاطفى والتفكيرى. 	الغدد الصماء والمشتركة	الهرمونات فى الإنسان
<ul style="list-style-type: none"> * التحكم فى عمليات الأيض (التمثيل الغذائى) وخاصة تصنيع البروتين وبذلك يتحكم فى نمو الجسم. 	الفص الأمامى للغدة الخامية (الجزء الغذائى)	هرمون النمو «GH»



الدرس الثاني

هرمون TSH	الفص الأمامي للغدة النخامية (الجزء الغدي) * تنبيه الغدة الدرقية لإفراز هرموناتها.
هرمون ACTH	الفص الأمامي للغدة النخامية (الجزء الغدي) * تنبيه قشرة الغدة الكظرية لإفراز هرموناتها.
الهرمون المنبه لتكوين الحويصلة «FSH»	الفص الأمامي للغدة النخامية (الجزء الغدي) * في الأنثى يعمل على نمو الحويصلات في المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف. * في الذكر يساعد على تكوين الأنابيب المنوية وتكوين الحيوانات المنوية في الخصية.
الهرمون المنبه لتكوين الجسم الأصفر «LH»	الفص الأمامي للغدة النخامية (الجزء الغدي) * في الأنثى يحفز تكوين الجسم الأصفر. * في الذكر مسئول عن تكوين وإفراز الخلايا البينية في الخصية.
الهرمون المنبه لإفراز اللبن (البرولاكتين)	الفص الأمامي للغدة النخامية (الجزء الغدي) * يعمل على إفراز اللبن من الغدد الثديية.
الهرمون المضاد لإدرار البول «ADH» أو الهرمون القابض للأوعية الدموية	الجزء العصبي من الغدة النخامية (الخلايا العصبية المفرزة الموجودة في منطقة تحت المهاد «الهيپوثالامس») * يعمل على تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء في النفرون. * يعمل على رفع ضغط الدم.
الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين)	الجزء العصبي من الغدة النخامية (الخلايا العصبية المفرزة الموجودة في منطقة تحت المهاد «الهيپوثالامس») * له علاقة مباشرة بعملية تنظيم تقلصات الرحم ويزيدها بشدة أثناء عملية الولادة من أجل إخراج الجنين. * له أثر مشجع في اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.

<p>* يعمل على نمو وتطور القوى العقلية والبدنية.</p> <p>* يؤثر على معدل الأيض الأساسي ويحكم فيه.</p> <p>* يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية.</p> <p>* يحافظ على سلامة الجلد والشعر.</p>	الغدة الدرقية	الثيروكسين
<p>* يعمل على تقليل نسبة الكالسيوم في الدم ويمنع سحبه من العظام.</p>	الغدة الدرقية	الكالسيثونين
<p>* يساهم مع هرمون الكالسيثونين في الحفاظ على المعدل الطبيعي لمستوى الكالسيوم في الدم.</p> <p>* تعتمد كمية هرمون الباراثورمون على نسبة الكالسيوم في الدم حيث يزداد إفرازه عند انخفاض نسبة الكالسيوم في الدم لكي يعمل على سحبه من العظام.</p>	الغدة جارات الدرقية	الباراثورمون
<p>* تنظم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات - النشويات) بالجسم.</p>	قشرة الغدة الكظرية	الهرمونات السكرية (الكورتيزون والكورتيكوستيرون)
<p>* لها دور هام في الحفاظ على توازن المعادن بالجسم، فمثلاً تعمل على إعادة امتصاص الأملاح، مثل الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين.</p>	قشرة الغدة الكظرية	الهرمونات المعدنية (الألدوستيرون)
<p>* لها نشاط مشابه للهرمونات الذكرية (التستوستيرون) والهرمونات الأنثوية (الإستروجين والبروجسترون) التي تفرزها الغدة الجنسية.</p>	قشرة الغدة الكظرية	الهرمونات الجنسية للغدة الكظرية
<p>* يقوم الهرمونان بعدة وظائف حيوية في حالة الطوارئ التي يوضع فيها الجسم، مثل الخوف والإثارة والقتال والهروب حيث يعملان على:</p> <p>١) زيادة نسبة السكر في الدم عن طريق تحلل الجليكوجين المخزن في الكبد إلى جلوكوز.</p> <p>٢) زيادة قوة وسرعة انقباض القلب.</p> <p>٣) رفع ضغط الدم.</p> <p>ونتيجة للتغيرات السابقة تحصل عضلات الجسم على الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الأكسجين (يظهر ذلك بوضوح أثناء تأدية التمرينات الرياضية).</p>	نخاع الغدة الكظرية	الأدرينالين وال نورادرينالين (هرموني اللجدة والطوارئ)



الدرس الثاني

الجلوكاجون	خلايا ألفا بجزر لانجرهانز بالبنكرياس	* يعمل على رفع تركيز سكر الجلوكوز في الدم (على عكس هرمون الأنسولين) وذلك عن طريق تحويل الجليكوجين المخزن بالكبد فقط إلى جلوكوز. * يساهم مع الأنسولين في المحافظة على المستوى الثابت للسكر في الدم (والذي يبلغ حوالي ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام / ١٠٠ سم ^٣).
الأنسولين	خلايا بيتا بجزر لانجرهانز بالبنكرياس	* يعمل على خفض تركيز سكر الجلوكوز في الدم، وذلك عن طريق : ١ مرور السكريات الأحادية (ماعدا الفركتوز) من خلال غشاء الخلية إلى داخلها والحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة. ٢ التحكم في العلاقة بين الجليكوجين المخزن والجلوكوز المنقرض في الدم، حيث يحفز تحول الجلوكوز إلى جليكوجين يُخزن في الكبد والعضلات أو إلى مواد دهنية تُخزن في أنسجة الجسم الأخرى.
التستوستيرون والأندروستيرون	الخلايا البينية بالخصية	* نمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين. * ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر.
الإستروجين (الإسترايول)	حويصلات جراف في المبيض	* ظهور الخصائص الجنسية الثانوية في الأنثى، مثل كبر الغدد الثديية وتنظيم الطمث (الدورة الشهرية).
البروجسترون	الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة في الرحم	* يعمل على تنظيم دورة الحمل، حيث : ١ ينظم التغيرات الدموية في الغشاء المبطن للرحم ليعده لاستقبال البويضة وزرعها. ٢ ينظم التغيرات التي تحدث في الغدد الثديية أثناء الحمل.
الريلاكسين	الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة وبطانة الرحم	* يزيد إفرازه عند نهاية فترة الحمل فيعمل على ارتخاء الارتفاق العاني لتسهيل عملية الولادة.
الجابستين	الغشاء المخاطي المبطن للمعدة	* ينتقل خلال الدم إلى المعدة مرة أخرى ليحثها على إفراز العصير المعدي.
السكرتين والكوليسيستوكينين	الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء الدقيقة	* ينتقلان عبر الدم إلى البنكرياس ليحثانه على إفراز العصارة البنكرياسية.

٢ هرمونات حفظ الاتزان الداخلي للجسم

- ١ الهرمون المقاد لإدارة البول (ADH)
 - تقليل كمية البول عن طريق إعادة امتصاص الماء في النفرون مما يحافظ على نسبة الماء في الجسم
- ٢ الكالسيتونين
 - ٣ الباراثورمون
- ٤ الألدوستيرون
 - له دور هام في الحفاظ على توازن المعادن بالجسم، فمثلاً يساعد على إعادة امتصاص الأملاح كالصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد عن طريق الكليتين
- ٥ الأنسولين
 - ٦ الجلوكاجون
- الحفاظ على المستوى الثابت لسكر الجلوكوز في الدم والذي يبلغ حوالى (٨٠-١٢٠ ملليجرام / ١٠٠ سم^٣)

٣ هرمونات التمثيل الغذائي (عمليات الأيض)

- ١ هرمون النمو (GH)
 - التحكم في عمليات الأيض وخاصة تصنيع البروتين وبالتالي التحكم في نمو الجسم
- ٢ التيروكسين
 - التحكم في معدل الأيض الأساسي بالجسم
- ٣ الكورتيزون
 - ٤ الكورتيكوستيرون
- ٥ الأنسولين
 - * الحث على أكسدة الجلوكوز في خلايا وأنسجة الجسم المختلفة (عملية هدم).
 - * يحفز تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات أو إلى مواد دهنية تخزن في أنسجة الجسم المختلفة (عملية بناء).
- تنظيم أيض المواد الكربوهيدراتية (السكريات والنشويات) بالجسم



٤ هرمونات تؤثر على الغدد الثديية في أنثى الإنسان

١ الإستروجين	كبر الغدد الثديية
٢ البروجسترون	تنظيم التغيرات التي تحدث في الغدد الثديية أثناء الحمل
٣ الهرمون المنبه لعضلات الرحم (الأوكسيتوسين)	له أثر مشجع في اندفاع (نزول) الحليب من الغدد اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة
٤ البرولاكتين	إفراز اللبن من الغدد الثديية

٥ هرمونات النضج الجنسي في ذكر الإنسان

١ FSH	* تكوين الأنيبيبات المنوية في الخصية. * تكوين الحيوانات المنوية في الخصية.
٢ LH	* تكوين الخلايا البينية في الخصية. * تنبيه الخلايا البينية لإفراز هرمونات الذكورة.
٣ التستوستيرون	* نمو البروستاتا والخصيتين المنويتين.
٤ الأندروستيرون	* ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر عند البلوغ.

٦ هرمونات النضج الجنسي في أنثى الإنسان

١ FSH	إنضاج (نمو) الحويصلات في المبيض وتحويلها إلى حويصلة جراف (في مرحلة نضج البويضة)
٢ LH	يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف (في مرحلة التبويض)
٣ الإستروجين (الإسترايول)	ظهور الصفات الجنسية الثانوية في الأنثى عند البلوغ مثل نمو الغدد الثديية وتنظيم الطمث (الدورة الشهرية)



الباب الأول

التركيب والوظيفة
في الكائنات الحية

التكاثر في الكائنات الحية

الفصل 3

طرق التكاثر في الكائنات الحية.

الدرس الأول

تابع طرق التكاثر في الكائنات الحية.

الدرس الثاني

التكاثر في النباتات الزهرية.

الدرس الثالث

التكاثر في الإنسان.

الدرس الرابع

تابع التكاثر في الإنسان.

الدرس الخامس

أهداف الفصل :

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :

- يتعرف أهمية التكاثر للأحياء.
- يكتشف قدرات التكاثر بين الأحياء.
- يتعرف طرق التكاثر بين الأحياء لاجنسياً وجنسياً.
- يتعرف دورة حياة كل من البلازموديوم المسبب لمرض الملاريا ونبات الفوجير.
- يقارن بين التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي.
- يتعرف كيف تتكون البذور والثمار.
- يتعرف مكونات الأجهزة التناسلية المذكرة والمؤنثة في الإنسان.
- يتعرف مراحل تكوين الحيوان المنوي والبويضة في الإنسان.
- يتعرف دورة الطمث في المرأة ودور الهرمونات في تنظيم هذه الدورة.
- يكتشف كيف يحدث الحمل داخل الرحم ومراحل تكوينه ونموه.
- يتعرف كل من وسائل منع الحمل ووسائل علاج العقم.
- يتعرف كيفية إخصاب البويضة خارج الجسم (أطفال الأنابيب).
- يقدر جهود العلماء في التقدم التكنولوجي المرتبط بعملية التكاثر.
- يقدر عظمة الخالق في تولد الأجيال لتستمر الحياة على سطح الأرض.



الفصل 3 | الحرس الأول

طرق التكاثر في الكائنات الحية

* تبدأ جميع الأحياء حياتها بالسعي المتواصل لتأمين بقائها كأفراد وتوفير الطاقة اللازمة لنموها حتى مرحلة معينة من خلال القيام بالوظائف الحيوية المختلفة كالغذاء والتنفس والإخراج والإحساس، ثم تسعى لتأمين بقاء أنواعها بالتكاثر فتوجه له معظم طاقاتها وسلوكها.

التكاثر

عملية حيوية يقوم بها الكائن الحي (بعد أن يصل إلى حد معين من النمو) بغرض الحفاظ على نوعه وحمايته من الانقراض وزيادة أعداده.

* تعتمد عملية التكاثر على تأمين جميع الوظائف الحيوية الأخرى للكائن الحي وليس العكس.

* **تتضح أوجه الاختلاف بين عملية التكاثر وبقية الوظائف الحيوية من المقارنة التالية :**

عملية التكاثر	جميع الوظائف الحيوية (عدا التكاثر)	
تؤمن استمرار الأنواع على الأرض بعد فناء الأفراد، ولو تعطلت عملية التكاثر بشكل جماعي تؤدي إلى انقراض النوع من الوجود	* ضرورة لاستمرارية حياة الفرد. * تؤمن بقاء الأفراد.	أهميتها
لا يهلك الفرد حتى لو أزيلت أعضاء التكاثر ويمكنه الاستمرار في حياته الطبيعية	يهلك الفرد بسرعة	لنتيجة توقفها (بالنسبة للفرد)
بعد الوصول إلى حد معين من النمو يوجه الفرد لها معظم طاقته وسلوكه	منذ بدء حياة الفرد وذلك لتوفير الطاقة اللازمة لاستمرار حياته	توقيت انتهائها

* يتضح مما سبق أن وظيفة التكاثر أقل أهمية من الوظائف الحيوية الأخرى بالنسبة لحياة الفرد.

قدرات التكاثر بين الأحياء

* تختلف قدرات التكاثر بين الأحياء باختلاف كل من :

١ البيئة المحيطة.

مثال : الأحياء المائية تنتج نسلًا أكثر مما تنتجه أقرانها على اليابسة.

٢ طبيعة حياة الكائن الحي وحجم المخاطر التي يتعرض لها.

مثال : الأحياء الطفيلية تنتج نسلًا أكثر مما تنتجه الكائنات الحرة لتعويض الفاقد منها.

٣ درجة رقي الكائن الحي وطول عمره.

مثال : الأحياء البدائية أو قصيرة العمر تنتج نسلًا أكثر مما تنتجه الأحياء المتقدمة أو طويلة العمر وذلك لما تلقاه هذه الأحياء من رعاية وحماية من الآباء.

* يتضح مما سبق أن الأنواع والأفراد الموجودة في الوقت الحاضر تعبر عن :

- نجاح أسلافها في التكاثر.

- تخطي المصاعب التي واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.

مثال : الكائنات المنقرضة، مثل الديناصورات وغيرها من الزواحف العملاقة، لم تنجح في استمرارية التكاثر، وتخطى المصاعب التي واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.

طرق التكاثر في الكائنات الحية

* تتكاثر الكائنات الحية بعدة سُبُل وأساليب لكي تستمر أنواعها ويمكن تجميع تلك الأساليب في طريقتين أساسيتين، هما : التكاثر اللاجنسي، والتكاثر الجنسي.



التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

أولاً

- * يحافظ على ثبات الصفات الوراثية للنوع مهما تغيرت البيئة حوله.
- * غير مكلف للوقت والطاقة.
- * وقرّة النسل.

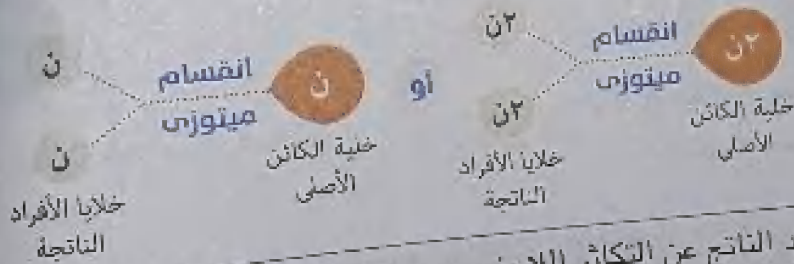
خصائصه العامة

- * غير مكلف بيولوجياً لأن جميع أفراد النوع الواحد قادرة على إنتاج أفراداً جديدة.

كيفية حدوثه

- * انفصال جزء من الجسم سواء كان خلية جرثومية واحدة أو مجموعة خلايا أو أنسجة، ونموها إلى فرد جديد يشبه الأصل التي انفصلت عنه تماماً (أي تحدث هذه الطريقة بدون أمشاج).

نوع الانقسام الذي يعتمد عليه



- * الفرد الناتج عن التكاثر اللاجنسي يشبه الفرد الأصلي في جميع صفاته لأنه يتسلم مادته الوراثية من فرد أبوي واحد فيصير نسخة مطابقة له.

خصائص الأفراد الناتجة منه

ملحوظة

يتعرض معظم النسل الناتج للهلاك إذا حدث تغير في البيئة (ما لم تكن أبواؤها قد تأنقحت مع ذلك التغير).

شيوعه

- * شائع في عالم النبات.
- * يقتصر وجوده على بعض الأنواع البدائية في عالم الحيوان.

أهم صورته

- * التبرعم.
- * التكاثر بالجراثيم.
- * زراعة الأنسجة.
- * الانشطار الثنائي.
- * التجدد.
- * التواك المبكر.



مور التكاثر اللاجنسي

الانشطار الثنائي Binary Fission

تتكاثر بهذه الصورة كثير من الكائنات الأولية، مثل :

- الطحالب البسيطة.

- البكتيريا.

- كثير من الأوليات الحيوانية، كالبراميسيوم والأميبا.

كيفية حدوثه : يتم الانشطار الثنائي في مختلف الظروف، كالآتي :

١ في الظروف المناسبة

١ تنقسم النواة ميتوزياً.

٢ تنشط الخلية (التي تمثل جسم الكائن الحي) إلى

خليقتين، فيصبح كل منهما فرداً جديداً.

٢ في الظروف غير المناسبة (في الأميبا)

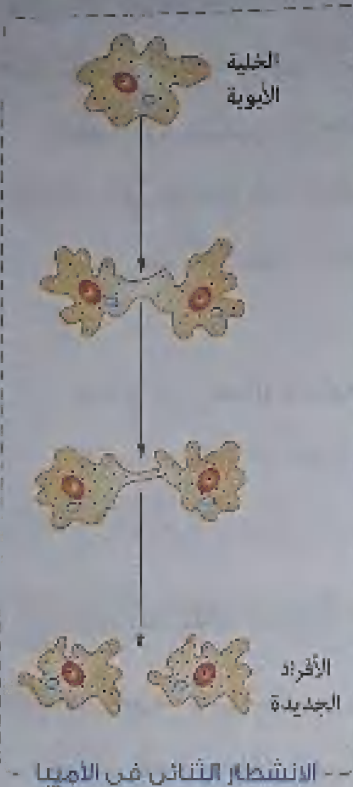
١ تفرز الأميبا حول جسمها غلافاً كيتينياً (حوصلة)

للحماية.

٢ تنقسم الأميبا داخل الغلاف عدة مرات بالانشطار الثنائي

المكرر لتنتج العديد من الأميبات الصغيرة.

٣ تتحرر الأميبات الصغيرة من الحوصلة فور تحسن الظروف المحيطة.



ب التبرعم Budding

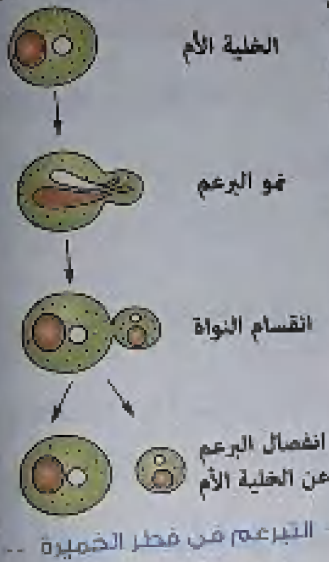
تتكاثر بهذه الصورة بعض الكائنات :

- وحيدة الخلية، مثل الخميرة.

- متعددة الخلايا، مثل الأسفنج - الهيدرا.

* كيفية حدوثه، يتم كالتالي :

١ في الكائنات وحيدة الخلية



- ١ ينشأ البرعم كبروز جانبي على الخلية الأصلية.
- ٢ تنقسم النواة ميتوزياً إلى نواتين، تبقى إحداها في الخلية الأم وتهاجر الثانية نحو البرعم.
- ٣ ينمو البرعم تدريجياً، ثم قد :
 - يبقى متصلاً بالخلية الأم حتى يكتمل نموه ثم يفصل عنها.
 - أو
 - يستمر في اتصاله بالخلية الأم مكوناً مع غيره من البراعم النامية مستعمرات خلوية.

* مثال : الخميرة.

٢ في الكائنات متعددة الخلايا



- ١ ينمو البرعم على شكل بروز صغير من أحد جوانب الجسم، بفعل انقسام الخلايا البينية وتميزها إلى برعم.
- ٢ ينمو البرعم تدريجياً ليشبه الأم تماماً.
- ٣ يفصل الكائن الجديد ليبدأ حياته مستقلاً.

* أمثلة :

- الهيدرا.
- الأسفنج.

ملحوظة

الأسفنج والهيدرا يتكاثران جنسياً إلى جانب قدرتهما على التكاثر اللاجنسي بالتبرعم والتجدد أيضاً.



• مما سبق يمكن عقد المقارنتين التاليين :

التبرعم في الكائنات متعددة الخلايا

- ينشأ البرعم على شكل بروز صغير من أحد جوانب الجسم.
- تنقسم الخلايا البينية ميتوزيًا في الكائن الحي وتتمايز إلى برعم.
- ينمو البرعم تدريجيًا ليشبه الأم تمامًا ثم ينفصل عنها ليبدأ حياته مستقلًا.

التبرعم في الكائنات وحيدة الخلية

- ينشأ البرعم كبروز جانبي على الخلية الأم.
- تنقسم النواة ميتوزيًا إلى نواتين تبقى إحداها في الخلية الأم بينما تهجر الأخرى نحو البرعم.
- ينمو البرعم تدريجيًا حتى يكتمل نموه لينفصل عن الخلية الأم أو يستمر متصلًا بالخلية الأم مكونًا مستعمرات خلوية.

أمثلة

- الأسفنج.
- الهيدرا.

- فطر الخميرة.

التبرعم

- يحدث في بعض الكائنات وحيدة الخلية والكائنات متعددة الخلايا.
- حجم الأفراد الناتجة (الخلايا الناتجة) عن الانقسام غير متساو.
- الفرد الأبوي يظل موجود بعد حدوث التبرعم.

أمثلة

- فطر الخميرة.
- الهيدرا.
- الأسفنج.

الانشطار الثنائي

- يحدث في الكائنات وحيدة الخلية فقط.
- حجم الأفراد الناتجة (الخلايا الناتجة) عن الانقسام متساو.
- الفرد الأبوي يتلاشى بالانشطار.

- البكتيريا.

- الأميبا.

- البراميسيوم.

- بعض الطحالب البسيطة.

التجدد Regeneration

• تشيع هذه الطريقة في :

- بعض الديدان كدودة البلاناريا.

- كثير من النباتات.

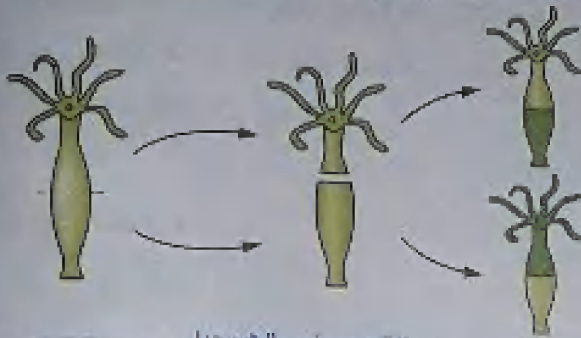
- بعض الحيوانات كالأسفنج والهيدرا ونجم البحر.



لا يعتبر التجدد تكاثراً في بعض الكائنات لأنه يقتصر على تعويض الأجزاء المفقودة من الجسم عند التعرض لحادث أو تمزق في الأنسجة.

تقل القدرة على التجدد بمرق الكائن الحي حيث إنه في :

- بعض القشريات والبرمائيات : يقتصر التجدد فيها على استعاضة الأجزاء المبتورة فقط.
- الفقاريات العليا : يقتصر التجدد فيها على التئام الجروح وخاصة إذا كانت محدودة في الجلد والأوعية الدموية والعضلات.



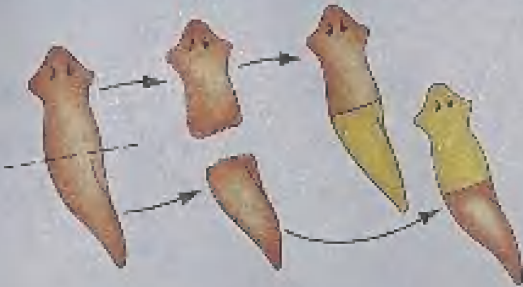
التجدد في الهيدرا

يعتبر التجدد تكاثراً في بعض الحيوانات

عندما يقطع الجسم إلى عدة أجزاء فينمو كل جزء منها إلى فرد جديد،

أمثلة :

- الهيدرا : يمكنها أن تتجدد إذا قطعت لعدة أجزاء في مستوى عرضي، حيث ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل.



التجدد في دودة البلاتناريا

- دودة البلاتناريا (من الديدان المفلطحة المنتشرة في الماء العذب) : يمكنها أن تتجدد إذا قطعت لعدة أجزاء على مستوى عرضي أو لجزئين طولياً، حيث ينمو كل جزء إلى فرد كامل مستقل.

- نجم البحر :

- يمكن أن يتجدد أحد أذرع نجم البحر إذا قطع مع قطعة من قرصه الوسطى إلى فرد كامل مستقل (في فترة وجيزة).



التجدد في نجم البحر

- يشكل هذا النوع من نجوم البحر خطراً على محار اللؤلؤ إذ يستطيع النجم الواحد أن يفترس حوالي عشر

محارات يومياً بما قد تحمله من لؤلؤ بين ثناياها، لذا لجأ مربو محار اللؤلؤ إلى حرق نجوم البحر وذلك بعد معرفتهم أن تمزيقها وإلقائها في البحر يعمل على إكثارها.



د التكاثر بالجراثيم Sporogony

* تتكاثر بهذه الصورة :

- بعض النباتات البدائية.
- كثير من الفطريات كفطر عفن الخبز وفطر عيش الغراب.
- بعض الطحالب والسراخس.

* **كيفية حدوثه :** يتم ذلك بواسطة خلايا وحيدة تعرف بالجراثيم متحورة للنمو مباشرة إلى أفراد كاملة.

الجرثومة

خلية وحيدة متحورة للنمو مباشرة إلى فرد كامل عندما توجد في وسط ملائم للنمو.

* **تركيب الجرثومة :** تتركب من سيتوبلازم به كمية ضئيلة من الماء ونواة وتحاط بجدار سميك.

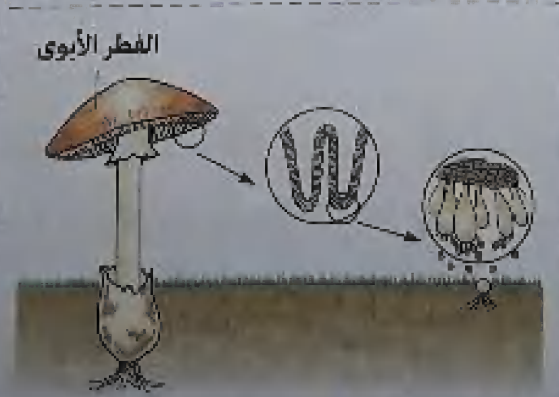
* مراحل التكاثر بالجراثيم :

- ١ بعد نضج الجرثومة تتحرر من النبات الأم، لتنتشر في الهواء.
- ٢ عند وصولها إلى وسط ملائم للنمو تمتص الماء ويتشقق جدارها.
- ٣ تنقسم عدة مرات ميتوزياً حتى تنمو إلى فرد جديد.

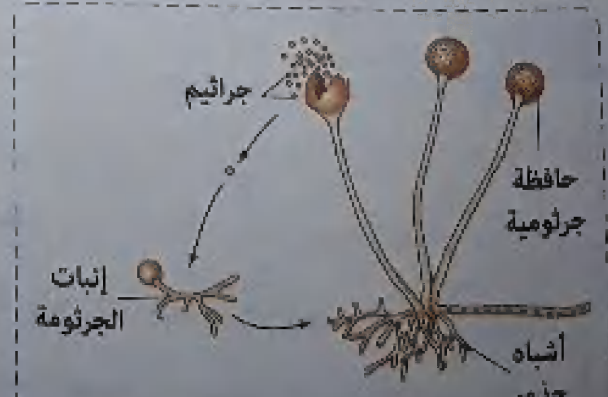
* مميزات التكاثر بالجراثيم :

أضيف إلى معلوماتك
العدد الصبغي لفطر عفن الخبز (ن)
وينتج جراثيمه بالانقسام الميتوزي.

- ١ سرعة الإنتاج.
- ٢ تحمل الظروف القاسية.
- ٣ الانتشار لمسافات بعيدة.



التكاثر بالجراثيم في فطر عيش الغراب



التكاثر بالجراثيم في فطر عفن الخبز

التوالد البكرى Parthenogenesis

التوالد البكرى • قدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد، بدون إخصاب من المبيض الذكرى.

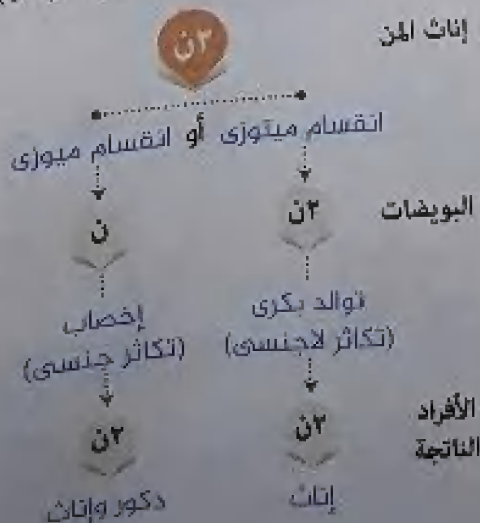
- يُعد التوالد البكرى نوعاً خاصاً من التكاثر اللاجنسى حيث يتم إنتاج الأبناء من فرد أبوى واحد فقط ينتج عن المبيض الأنثوى.
- يتم التكاثر البكرى فى عدد من الديدان والقشريات والحشرات.
- **كيفية حدوثه** : يمكن حدوث التوالد البكرى طبيعياً أو صناعياً، كالتالى :

١ التوالد البكرى الطبيعى

- من أمثلة الحشرات التى تتكاثر بالتوالد البكرى الطبيعى :

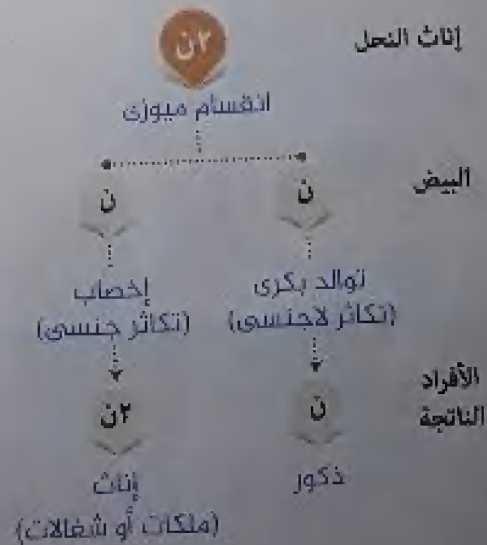
حشرة المن

- تنتج إناث حشرة المن :
- بويضات (2ن) بالانقسام الميتوزى تنمو بالتوالد البكرى بدون إخصاب (تكاثر لاجنسى) لتكوين إناث ثنائية المجموعة الصبغية (2ن).
- أو
- بويضات (ن) بالانقسام الميوزى تنمو بعد الإخصاب (تكاثر جنسى) لتنتج ذكوراً وإناثاً ثنائية المجموعة الصبغية (2ن).



نحل العسل

- تنتج الملكة بيضاً من انقسام ميوزى منه :
- بيضاً (ن) ينمو بالتوالد البكرى بدون إخصاب (تكاثر لاجنسى) لتكوين ذكور النحل أحادية المجموعة الصبغية (ن).
- بيضاً (2ن) ينمو بعد الإخصاب (تكاثر جنسى) لتكوين الملكة أو الشغالات (ذلك حسب نوع الغذاء) ثنائية المجموعة الصبغية (2ن).





التوالد البكرى الصناعي

أمثلة :

- نجم البحر والصفدة :

يتم تنشيط البويضات بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو للوخز بالأبر فتتضاعف الصبغيات بدون إخصاب، مكونة أفراداً تشبه الأم تماماً.

- الأراب :

يتم استخدام منشطات مماثلة (كما سبق) لتكوين أجنة مبكرة من بويضاتها.

و زراعة الأنسجة Tissue Culture

* يقوم العلماء بدراسة زراعة الأنسجة النباتية والحيوانية.

زراعة الأنسجة :

إنماء نسيج حي (تحتوى خلاياه على المعلومات الوراثية الكاملة) في وسط غذائي شبه طبيعي، ثم متابعة تميز أنسجتها وتقديمها نحو إنتاج أفراد كاملة.

* الأساس العلمى لزراعة الأنسجة النباتية :

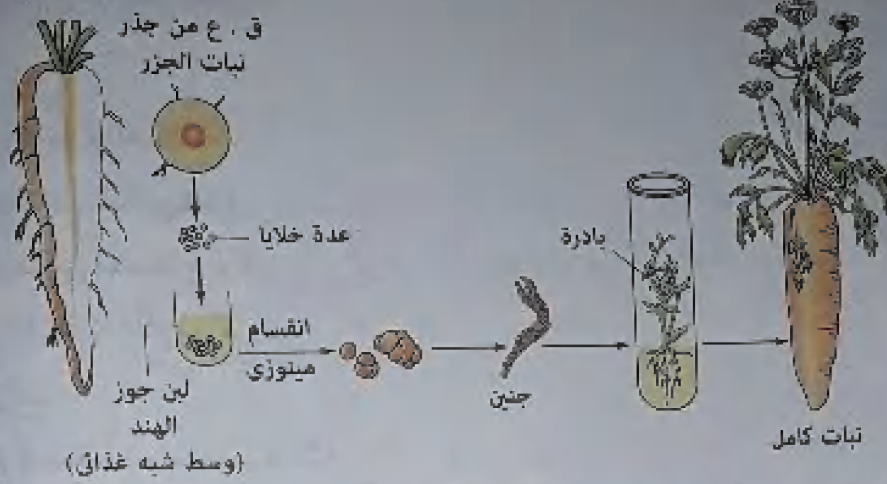
الخلية النباتية المحتوية على المعلومات الوراثية الكاملة يمكنها أن تصبح نباتاً كاملاً إذا زرعت في وسط غذائي مناسب يحتوى على الهرمونات النباتية بنسب معينة.

تجربة ١ على نبات الجزر

١ تم فصل أجزاء صغيرة من نبات الجزر في أنابيب زجاجية تحتوى على لبن جوز الهند (الذى يحتوى على جميع الهرمونات النباتية والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات) فبدأت هذه الأجزاء فى النمو والتمايز إلى نبات جزر كامل.

٢ تم فصل خلايا منفردة من نفس أنسجة النبات وزراعتها بنفس الطريقة للحصول على نبات كامل.

نبات الجزر



زراعة الأنسجة في نبات الجزر

تجربة ٢ على نبات الطباق

• تم فصل خلايا من أوراق الطباق وزراعتها بنفس الطريقة السابقة فامكن الحصول على نبات طبق كامل.

• أهمية زراعة الأنسجة

- ١ إكثار نباتات نادرة أو ذات سلالات ممتازة أو أكثر مقاومة للأمراض.
- ٢ اختصار الوقت اللازم لنمو المحاصيل المنتجة وإكثارها.
- ٣ تقديم حلولاً لمشاكل الغذاء بشكل عام.
- ٤ التحكم في ميعاد زراعة الأنسجة حيث أمكن حفظ الأنسجة المختارة للزراعة في نيتروجين سائل لتبريدها لمدة طويلة للإبقاء على حيويتها لحين زراعتها.



تابع طرق التكاثر في الكائنات الحية

ثانياً التكاثر الجنسي Sexual Reproduction

- * يوفر التكاثر الجنسي تجديدًا مستمرًا في البناء الوراثي للأجيال الناتجة فيمكنها من الاستمرار في مواجهة التغيرات البيئية.
- * يعتبر التكاثر الجنسي مكلف في الوقت والطاقة عن التكاثر اللاجنسي للأسباب التالية :
- يتم عادةً بعد مدة من عمر الكائن الحي ويتطلب أحيانًا إعدادًا خاصًا من الأبوين قبل الزواج (منزل - عش - جحر).
- قد يتبادل الأبوان حراسة البيض ورعاية الأبناء حتى تكبر.
- بعض الأنواع تتحمل مشقة كبيرة عند الاحتفاظ بالأجنة في بطونها حتى تتكون وتولد وذلك في سبيل حماية أبنائها.
- قد تبقى الأبناء مع آبائهم في حياة اجتماعية من أجل المزيد من الحماية وتعلم الكثير من السلوك.
- مكلف بيولوجيًا وذلك بسبب اقتصار الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع وهو الإناث.

خصائصه العامة

- * عند تزاوج فردين (ذكر وأنثى) غالبًا تتم عملية الإخصاب باندماج المشيج المذكر مع المشيج المؤنث (المناسب لنوعه) وتتكون اللاقحة «الزيجوت» التي تنقسم وتنمو لتكوين الجنين ثم الفرد اليافع فالبالغ.

كيفية حدوثه

- * يعتمد التكاثر الجنسي على الانقسام الميوزي عند تكوين الأمشاج (الذكورية - الأنثوية) حيث يُختزل فيها عدد الصبغيات إلى النصف (ن)، وعند الإخصاب يتدمج المشيج المذكر مع المشيج المؤنث ويعود العدد الأصلي للصبغيات (2ن) والذي يختلف حسب نوع الكائن الحي.

نوع الانقسام الذي يعتمد عليه

خصائص الفرد الناتج منه	* الفرد الناتج عن التكاثر الجنسي يجمع بين صفات الأبوين حيث يتسلم المادة الوراثية من كلا الأبوين فيصير خليطاً من صفاتهما.
شيوعه	* شائع في كثير من النباتات. * شائع في معظم الحيوانات الراقية.
صوره	* الاقتران. * التكاثر بالأمشاج الجنسية.

صور التكاثر الجنسي

1 الاقتران Conjugation

* تتكاثر معظم الكائنات البدائية كـ **بعض الأوليات والطحالب والفطريات بطريقتين، هما :**

- التكاثر اللاجنسي بالانقسام الميتوزي : وذلك في الظروف المناسبة.
- التكاثر الجنسي بالاقتران : وذلك في الظروف غير المناسبة كتعرضها للجفاف أو لتغير درجة حرارة الماء أو نقاوته.

ملحوظة

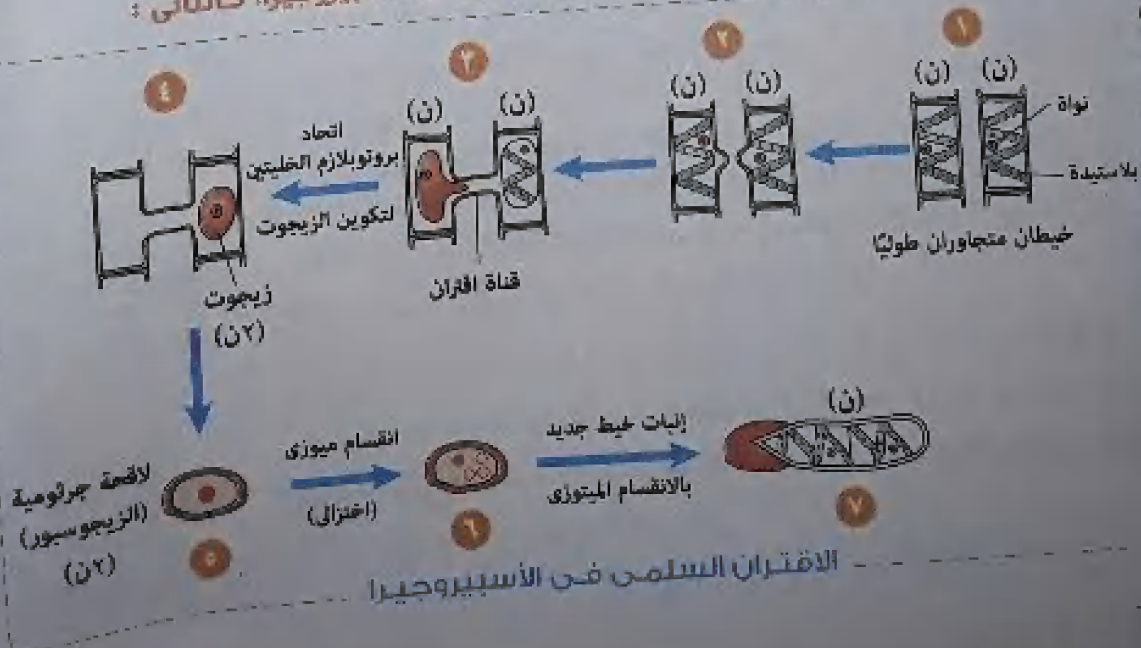
يعرف طحلب الأسبيروجيرا بالريم الأخضر الذي ينتشر في المياه الراكدة حيث تطفو خيوطه التي يتكون كل منها من صف واحد من الخلايا.

الاقتران في طحلب الأسبيروجيرا

* يلجأ طحلب الأسبيروجيرا إلى الاقتران (في الظروف غير المناسبة) والاقتران نوعان، هما :

1 الاقتران السلمي

* يحدث بين الخلايا المتقابلة في خيطين متجاورين طولياً من الأسبيروجيرا، كالتالي :





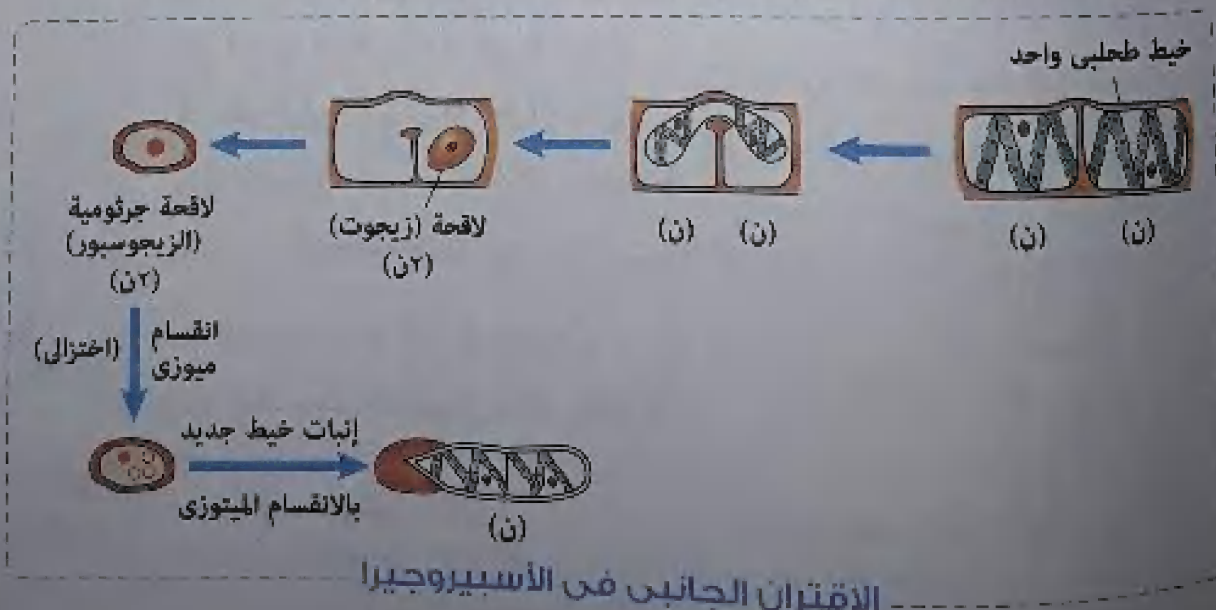
- ١ يتجاوز خيطان من الأسبيروجيرا طولياً.
- ٢ تنمو نتوءات للداخل بين بعض أزواج الخلايا المتقابلة.
- ٣ تتلامس النتوءات ويزول الجدار الفاصل بينهما لتتكون قناة الاقتران.
- ٤ يتكون البروتوبلازم في خلايا أحد الخيطين ليهاجر إلى خلايا الخيط المقابل عبر قناة الاقتران مكوناً لاقحة «زيجوت» $Zygote$ ($2n$).
- ٥ تحاط اللاقحة بجدار سميك لحمايتها من الظروف غير الملائمة، حينئذ تعرف باللاقحة الجرثومية «الزيجوسبور» $Zygospore$ ($2n$) التي تبقى ساكنة حتى تتحسن الظروف المحيطة.
- ٦ تنقسم نواة اللاقحة الجرثومية ميوزياً لتكون ٤ أنوية أحادية المجموعة الصبغية (n) يتحلل منها ٣ أنوية وتبقى النواة الرابعة.
- ٧ تنقسم النواة الرابعة ميوزياً ليتكون خيط طحلبى جديد (n).

ملحوظة

خلايا خيط الطحلب أحادية المجموعة الصبغية (n) وبعد الاقتران تتكون اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية ($2n$) لذا تنقسم اللاقحة الجرثومية ميوزياً قبل الإنبات ليعود للخلايا العدد الفردى للصبغيات (n).

٢ الاقتران الجانبى

- * يحدث فى حالة وجود خيط طحلبى واحد فقط.
- * يحدث بين الخلايا المتجاورة فى نفس الخيط الطحلبى، حيث تنتقل مكونات إحدى الخليتين (البروتوبلازم) إلى الخلية المجاورة لها وذلك من خلال فتحة فى الجدار الفاصل بينهما.



• مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :

الاقتران الجانبي في الأسبيروجيرا

- يحدث بين خليتين متجاورتين في نفس الخيط الطحلي.
- تنتقل مكونات إحدى الخليتين إلى الخلية المجاورة لها على نفس الخيط.
- يتم انتقال مكونات الخلية من خلال فتحة في الجدار الفاصل بين الخليتين المتجاورتين.

الاقتران السلمي في الأسبيروجيرا

- يحدث بين الخلايا المتقابلة في الخيطين الطحليين المتجاورين طولياً.
- تنتقل مكونات إحدى الخليتين إلى الخلية المقابلة لها على الخيط المقابل.
- يتم انتقال مكونات الخلية من خلال فتحة اقتران بين الخليتين المتقابلتين.

ب التكاثر بالأمشاج الجنسية

- تتكاثر الأحياء النباتية والحيوانية المتقدمة بالأمشاج الجنسية الذكرية والأنثوية الناتجة عن انقسام ميوزي يتم في المناسل (الأعضاء الجنسية).

أنواع الأمشاج الجنسية (الأمشاج الذكرية - الأمشاج الأنثوية)

المشيح المؤنث ♀	المشيح المذكر ♂	عضو الإنتاج
تنتج المناسل المؤنثة (المبيض)	تنتج المناسل المذكرة (الخصية - المتك)	
ينتج المشيح المؤنث بأعداد قليلة حيث إن كل خلية أولية تنتج مشيح مؤنث واحد (مبيضة)	ينتج المشيح المذكر بأعداد كبيرة حيث إن كل خلية أولية تنتج أربعة أمشاج ذكرية وذلك لاحتمال فقد بعضها خلال رحلتها إلى المشيح الأنثوي	العدد
الجسم مستدير	الجسم مستدق قليل السيتوبلازم (حيث يفقد معظم السيتوبلازم أثناء تكوينه)	الوصف
يخترن الغذاء (غنى بالغذاء غالباً)	لا يخترن الغذاء	اختزان الغذاء



الدجم	أقل حجمًا	أكبر حجمًا
الحركة	له القدرة على الحركة حيث يزود الجسم بسوط أو ذيل (بالنسبة للحيوان أو الإنسان) حتى يستطيع الوصول للمشيح المؤنث	يبقى ساكنًا عادةً في جسم الأنثى حتى يتم الإخصاب (في حالات التلقيح الداخلي)
الوظيفة	نقل المادة الوراثية إلى المشيخ المؤنث في عملية الإخصاب	استقبال المادة الوراثية من المشيخ الذكر

التلقيح

• التلقيح

انتقال المشيخ الذكرى إلى مكان المشيخ الأنثوى.

• يتم التلقيح حسب نوع الحيوان وبيئته. بإحدى الطريقتين التاليتين :

١

التلقيح الداخلي

- يتم في الحيوانات البرية التي تعيش على اليابسة، مثل الزواحف والطيور والثدييات.
- يتعين على الذكر إدخال الحيوانات المنوية داخل جسم الأنثى لتصل إلى البويضات لكي يتم الإخصاب.

٢

التلقيح الخارجي

- يتم في معظم الحيوانات المائية كالأسمك العظمية والضفادع.
- يلقي كل من الذكر والأنثى بأمشاجهما معًا في الماء فتنتقل الأمشاج عبر الماء لكي يتم الإخصاب وتكوين الجنين في الماء.

الإخصاب

• الإخصاب

اندماج نواة المشيخ الذكرى (ن) بنواة المشيخ الأنثوى (ن) لتكوين اللاقحة (٢ن) التي تنقسم ميتوزيًا لتكوين الجنين.

* مما سبق يمكن المقارنة بين التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي، كالآتي :

التكاثر الجنسي

- * يتم باندماج المشيج الذكر مع المشيج المؤنث المناسب لنوعه لتكوين زيجوت ينقسم وينمو إلى جنين.
- * يتطلب وجود فردين مختلفين في الجنس (ذكر وأنثى) أو فرد خنثى.
- * يعتمد على الانقسام الميوزي في تكوين الأمشاج ثم الانقسام الميوزي للنمو.
- * يوفر تجديدًا مستمرًا وتنوعًا في البناء الوراثي للأجيال الناجمة.
- * الفرد الناتج يجمع بين صفات الأبوين حيث يتسلم المادة الوراثية من كلا الأبوين.
- * الأفراد الناتجة أكثر تكيفًا مع ظروف البيئة المتغيرة.
- * مكلف في الوقت والطاقة.
- * يقتصر الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع فقط وهو الإناث (مكلف بيولوجيًا).
- * صورته : الاقتران، التكاثر بالأمشاج الجنسية.

التكاثر اللاجنسي

- * يتم بانفصال جزء من الجسم ونموه إلى فرد جديد.
- * يتم من خلال فرد واحد.
- * يعتمد على الانقسام الميوزي.
- * يحافظ على ثبات الصفات الوراثية.
- * الفرد الناتج يشبه الفرد الأصلي في جميع صفاته حيث يتسلم المادة الوراثية من أب واحد.
- * الأفراد الناتجة أقل تكيفًا مع ظروف البيئة المتغيرة.
- * غير مكلف في الوقت والطاقة.
- * جميع الأفراد قادرة على إنتاج أفراد جديدة (غير مكلف بيولوجيًا).
- * أهم صورته : الانشطار الثنائي، التبرعم، التجدد، التكاثر بالجراثيم، التوالد البكري، زراعة الأنسجة.

ظاهرة تعاقب الأجيال Alternation of Generations

ظاهرة تعاقب الأجيال
ظاهرة تعاقب جيلين أو أكثر في دورة حياة الكائن الحي، جيل يتكاثر جنسيًا مع جيل أو أكثر يتكاثر لاجنسيًا.

- * هناك بعض الأنواع النباتية والحيوانية لها القدرة على التكاثر الجنسي واللاجنسي في دورة الحياة وذلك لتجني مميزاتهما معًا حيث إن :
- التكاثر الجنسي، يحقق التنوع الوراثي بما يمكنه من الانتشار ومسايرة تقلبات البيئة.

- التكاثر اللاجنسي، يحقق سرعة التكاثر ووفرة النسل.

وقد يتبع ذلك تباين المحتوى الصبغي لخلايا تلك الأجيال المتعاقبة.

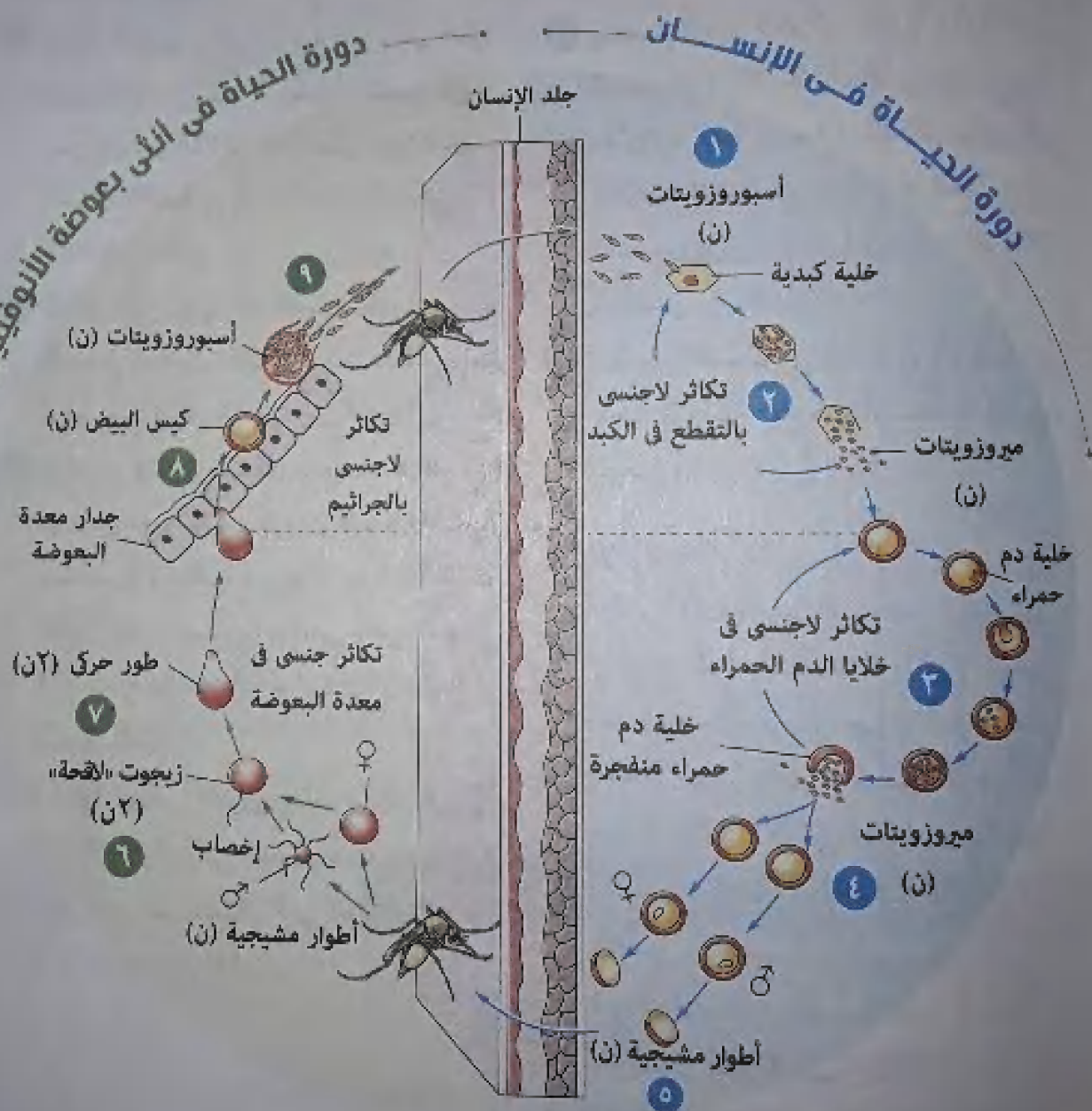



Ug

دورة الحياة في النمل بعوضة الأوفيليس

٩

أسبوروزويتات (ن)



دورة حياة بلازموديوم الملاريا

أ دورة الحياة في جسم الإنسان

١ تبدأ دورة الحياة عندما تلدغ أنثى بعوضة أنوفيليس مصابة بالطفيل جلد الإنسان وتصب في دمه أشكالاً مغزلية دقيقة تسمى «الأسبوروبوزيتات» (ن) Sporozoites.

٢ تتجه الأسبوروبوزيتات مع الدم إلى الكبد حيث تقضى فترة حضانة تقوم فيها بدورتين من التكاثر اللاجنسى حيث تنقسم النواة بالتقطع لتنتج «الميروزويتات» (ن) Merozoites.

٣ تنتقل الميروزويتات لتصيب كريات الدم الحمراء حيث تقضى فيها عدة دورات لاجنسية لإنتاج العديد من الميروزويتات.

٤ تتحرر الميروزويتات بأعداد هائلة كل يومين بعد تفتت كريات الدم المصابة وتحرر (تنطلق) مواد سامة حينئذ تظهر على المصاب أعراض حمى الملاريا (ارتفاع درجة الحرارة / الرعشة / العرق الغزير).

٥ تتحول بعض الميروزويتات داخل كريات الدم الحمراء إلى أطوار مشيجية (ن) تنتقل مع دم المصاب إلى البعوضة عند لدغها للإنسان المصاب.

ب دورة الحياة في جسم أنثى البعوضة

٦ تتحرر الأمشاج من كريات الدم الحمراء وتندمج بعد نضجها في معدة البعوضة لتكون اللاحقة «الزيجوت» (٢ن).

٧ تتحول اللاحقة إلى طور حركى (٢ن) «Ookinete» يخترق جدار المعدة.

٨ ينقسم الطور الحركى ميوزياً مكوناً كيس البيض (ن) «Oocyst» الذى تنقسم نواته ميوزياً فيما يعرف بالتكاثر بالجراثيم Sporogony حيث تنتج العديد من الأسبوروبوزيتات (ن) ويعتبر ذلك تكاثر لاجنسى.

٩ تتحرر الأسبوروبوزيتات (ن) وتتجه إلى الغدد اللعابية للبعوضة استعداداً لإصابة إنسان آخر.

أضف إلى معلوماتك

- * ذكر الأنوفيليس لا يصيب الإنسان بطفيل الملاريا لأنه لا يتغذى على الدم حيث يمتلك أجزاء فم لاقعة يعيش بها على رحيق الأزهار، بينما تمتلك الأنثى أجزاء فم ثاقبة ماصة تمتص بها دم الإنسان.
- * الأطوار المشيجية ليلازموديوم الملاريا فى دم الإنسان المصاب تعتبر أمشاجاً لم تصل بعد لمرحلة النضوج ويحدث لها النضج داخل معدة أنثى بعوضة الأنوفيليس.



كما سبق يمكن توضيح أطوار دورة حياة بلازموديوم الملاريا في الجدول التالي :

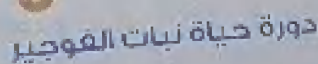
اسم الطور	مكان وجوده		طريقة تكوينه	المجموعة الصبغية
	في أنثى بعوضة الأنوفيليس	في الإنسان		
الأسبوروزويتات	في الغدد اللعابية	في خلايا الكبد	تكاثر نواة كيس البيض لاجنسياً بالجراثيم	أحادية (ن)
الميروسويتات		في خلايا الكبد	تكاثر الأسبوروزويتات لاجنسياً بالتقطع	أحادية (ن)
		في بعض كريات الدم الحمراء	تكاثر الميروسويتات لاجنسياً	
الأطوار المشيجية	في المعدة	في بعض كريات الدم الحمراء	تحول بعض الميروسويتات داخل كريات الدم الحمراء	أحادية (ن)
اللاقحة «الزيجوت»	في المعدة		اندماج الأطوار المشيجية داخل معدة البعوضة (تكاثر جنسي)	ثنائية (2ن)
الطور الحركي	يخترق جدار المعدة		تحول اللاقحة داخل معدة البعوضة	ثنائية (2ن)
كيس البيض	خارج جدار المعدة		انقسام الطور الحركي ميوزياً	أحادية (ن)



ثانياً دورة حياة نبات من السراخس (الفوجير)

* من أشهر الأمثلة على السراخس :

- نبات الفوجير المعروف كنبات زينة في المشاتل.
 - نبات كزبرة البئر الذي ينمو على حواف الآبار والقنوات الظليلة.
- * تُعد دورة حياة نبات الفوجير مثالاً نموذجياً لظاهرة تعاقب الأجيال حيث يتعاقب فيها طور جراثيمي (2ن) يتكاثر لاجنسياً بالجراثيم مع طور مشيجي (ن) يتكاثر جنسياً بالأمشاج.



-

- AN



الدرس الثالث

- أشباه جذور : تنمو على مؤخرة السطح السفلى للطور المشيجي كزوائد لامتنصاص الماء والأملاح.
- زوائد تناسلية : تنمو على مقدمة السطح السفلى للطور المشيجي، وهي نوعان هما :
• الأنثريديا **Antheridia** : مناسل مذكرة تنتج الأمشاج الذكرية (السباحات المهدبة).
- الأرشييجونيا **Archegonia** : مناسل مؤنثة تنتج الأمشاج المؤنثة (البويضات).

6 بعد نضج الأنثريديا تتحرر منها الأمشاج الذكرية (السباحات المهدبة) لتسبح فوق مياه التربة حتى تصل إلى الأرشييجونيا الناضجة وذلك لإخصاب البويضة بداخلها فتتكون اللاقحة (ن).

7 تنقسم اللاقحة متميزة إلى نبات جرثومي جديد ينمو فوق النبات المشيجي.

8 يعتمد النبات الجرثومي فترة قصيرة على النبات المشيجي، حتى يكون لنفسه جذورًا وساقًا وأوراقًا.

9 يتلاشى النبات المشيجي وينمو النبات الجرثومي ليعيد دورة الحياة.

* مما سبق يمكن المقارنة بين الطور الجرثومي والطور المشيجي في نبات الفوجير، كالتالي :

الطور المشيجي في نبات الفوجير

* جسم مفلطح قلبي الشكل يحمل على مؤخرة سطحه السفلى أشباه جذور لامتنصاص الماء والأملاح وتنمو على مقدمة نفس السطح زوائد تناسلية مذكرة (الأنثريديا) ومؤنثة (الأرشييجونيا).

* أحادي المجموعة الصبغية (ن) حيث إنه يتكون من إنبات الجرثومة (ن)، أي أنه يتكون من تكاثر لاجنسي.

* يتكاثر جنسيًا بالأمشاج المذكرة والمؤنثة التي تتكون بالانقسام الميوزي في الزوائد التناسلية.

الطور الجرثومي في نبات الفوجير

* يتكون من جذور عرضية وساق وريزومة وأوراق تحمل على سطحها السفلى بثرات بها حواظ جرثومية تحتوي على العديد من الخلايا الجرثومية.

* ثنائي المجموعة الصبغية (ن) حيث إنه يتكون بالتكاثر الجنسي بإخصاب السابحة المهدبة (ن) للبويضة (ن) فتتكون اللاقحة (ن) التي تنقسم ميوزيًا متميزة إلى نبات جرثومي.

* يتكاثر لاجنسيًا بالجراثيم التي تتكون بالانقسام الميوزي للخلايا الجرثومية (ن) في الحواظ الجرثومية.

* يستمر نمو الطور الجرثومي ليعيد دورة الحياة.

* يتلاشى الطور المشيجي بعد نمو الطور الجرثومي.



(ن)
(ن)

قصة (ن)

سباحات
مهدبة (ن)

أنثريديا

جذور

لأوراق

يبرز إلى
و يتميز



التكاثر فى النباتات الزهرية

الفصل 3 | الدرس الثالث

النباتات الزهرية

- * مجموعة من النباتات البذرية تعرف بمغطاة البذور لأن بذورها تنشأ داخل غلاف شمرى.
- * تنتشر فى بيئات مختلفة وتتفاوت فى الحجم من أعشاب صغيرة إلى أشجار ضخمة.
- * تتكاثر بواسطة عضو متخصص يسمى «الزهرة».

الزهرة

الزهرة

عضو التكاثر فى النباتات الزهرية، وهى ساق قصيرة تحورت أوراقها لتكوين الأجزاء الزهرية المختلفة.

* الزهرة قد تكون :

- ذات قنابة. أو - بدون قنابة.
- معنقة أو - جالسة
- (تحمل على عنق). (لا تحمل على عنق).

* منشأ الأزهار :

- الأزهار الوحيدة : قد تنشأ :

طرفية

تحد من نمو الساق،
مثل زهرة التوليب



أو

إبطية

لا تحد من نمو الساق،
مثل زهرة البيتونيا





الدرس الثالث

النورة

تجمع الأزهار على المحور الزهري في تنظيمات متنوعة.

الأزهار المتجمعة : تنشأ متجمعة على المحور الزهري في تنظيمات متنوعة تعرف بـ «النورات»، مثل زهور الفول وزهور المنثور.

تركيب الزهرة

تتركب الزهرة النموذجية أو الكاملة (الخنثى)، مثل الفول، التفاح، البصل، البيتونيا من أربعة محيطات زهرية تتبادل أوراق كل منها مع أوراق المحيط الذي يليه، وهي كالتالي :



قطاع طولى من الزهرة

الوظيفة	التكوين	محيطات الزهرة
* حماية أجزاء الزهرة الداخلية من عوامل الجفاف أو الأمطار أو الرياح.	* يتكون من : أوراق خضراء تسمى السبلات Sepals	1 الكأس Calyx (المحيط الخارجى للزهرة)
* حماية الأجزاء الجنسية للزهرة. * جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح.	* يتكون من : صف واحد أو أكثر من أوراق ملونة تسمى البتللات Petals	2 التويج Corolla (بلى الكأس للداخل)

* إنتاج حبوب اللقاح.



* يتكون من :

- أوراق متعددة تسمى
- الأسدية Stamens كل منها مكون من :
 - الخيط Filament : يحمل على
 - قمته انتفاخ يسمى المثك.
 - المثك Anther : يحتوي على
 - أربعة أكياس من حبوب اللقاح.

٢

الطلع

Androecium

(عضو التذكير في
الزهرة)

* إنتاج البويضات.



* يتكون من :

- كربلة Carpel واحدة أو
- أكثر قد تلتحم أو تبقى منفصلة،
- وقد تحتوي غرفة واحدة أو أكثر وكل
- منها عبارة عن :
 - المبيض Ovary : قاعدة الكربلة
 - المتنفخة التي تحتوي على البويضات.
 - القلم Style : عنق رفيع يعلو
 - المبيض وينتهي بالميسم.
 - الميسم Stigma : قرص لزج
 - تلتصق عليه حبوب اللقاح.

٤

المتاع

Gynoecium

(عضو التأنيث في
الزهرة وهو يقع في
مركزها)

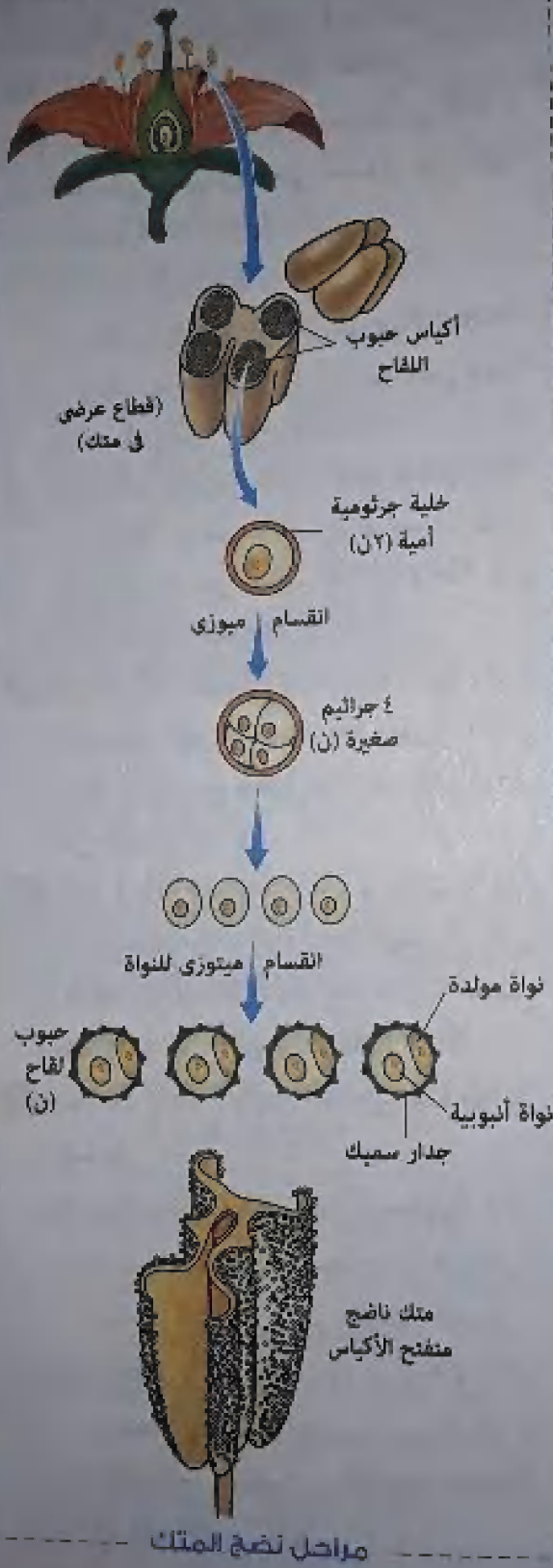
ملحوظة

يصعب تمييز أوراق الكأس عن التويج في أزهار معظم نباتات المفلقة الواحدة، مثل: القبوليب والبصل فيعرف حينئذ المحيطان الخارجيان باسم «الغلاف الزهري Perianth».

وظائف الزهرة

* تقوم الزهرة بوظائفها في التكاثر لاستمرار النوع، وهذا يتطلب ما يلي :

- ١ تكوين حبوب اللقاح.
- ٢ تكوين البويضات.
- ٣ التلقيح والإخصاب.
- ٤ تكوين الثمرة والبذرة.



عند فحص قطاع عرضي في مترك ناضج لأحد الأسدية كبيرة الحجم كما في الزنبق نشاهد أن المترك يحتوي على أربعة أكياس لحبوب اللقاح يتم فيها تكوين حبوب اللقاح، كالتالي :

١ أثناء نمو الزهرة تكون هذه الأكياس (قبل أن تتكون حبوب اللقاح) مليئة بخلايا كبيرة الأنوية تحتوي على عدد زوجي من الصبغيات (2N) تسمى الخلايا الجرثومية الأمية.

٢ تنقسم كل خلية جرثومية أمية انقساماً ميوزياً لتكون أربع خلايا بكل منها عدد فردي من الصبغيات (N) وتسمى «الجراثيم الصغيرة Microspores».

٣ تنقسم نواة الجرثومة الصغيرة انقساماً ميتوزياً إلى نواتين تعرف إحداهما بـ «النواة الأنبوبية Tube nucleus» والأخرى بـ «النواة المولدة Generative nucleus».

وبذلك تتكون حبة اللقاح ثم يتغلظ غلافها مكوناً جدار سميك لحمايتها. يصبح المترك ناضجاً، ويحلل الجدار الفاصل بين كل كيسين متجاورين وتفتتح الأكياس وتصبح حبوب اللقاح جاهزة للانتشار.

ثانياً تكوين البويضات

* أثناء تكوين حبوب اللقاح فى المتك، تحدث تغييرات مناظرة فى المبيض، كالتالى :

١ تظهر البويضة كانتفاخ بسيط على الجدار الداخلى للمبيض، وهى تحتوى على خلية جرثومية أمية كبيرة (٢ن)،

ومع نمو البويضة،

- يتكون لها عنق أو حبل سرى **Funicle** يصلها بجدار المبيض ومن خلاله تصل إليها المواد الغذائية.

- يتكون حولها غلافان **Integuments** يحيطان بها تماماً فيماعد ثقب صغير يسمى النقيير **Micropyle** يتم من خلاله إخصاب البويضة.

٢ تنقسم الخلية الجرثومية الأمية (٢ن) داخل البويضة انقساماً ميوزياً لتعطى صفّاً من أربع خلايا بكل منها عدد فردى من الصبغيات (ن).

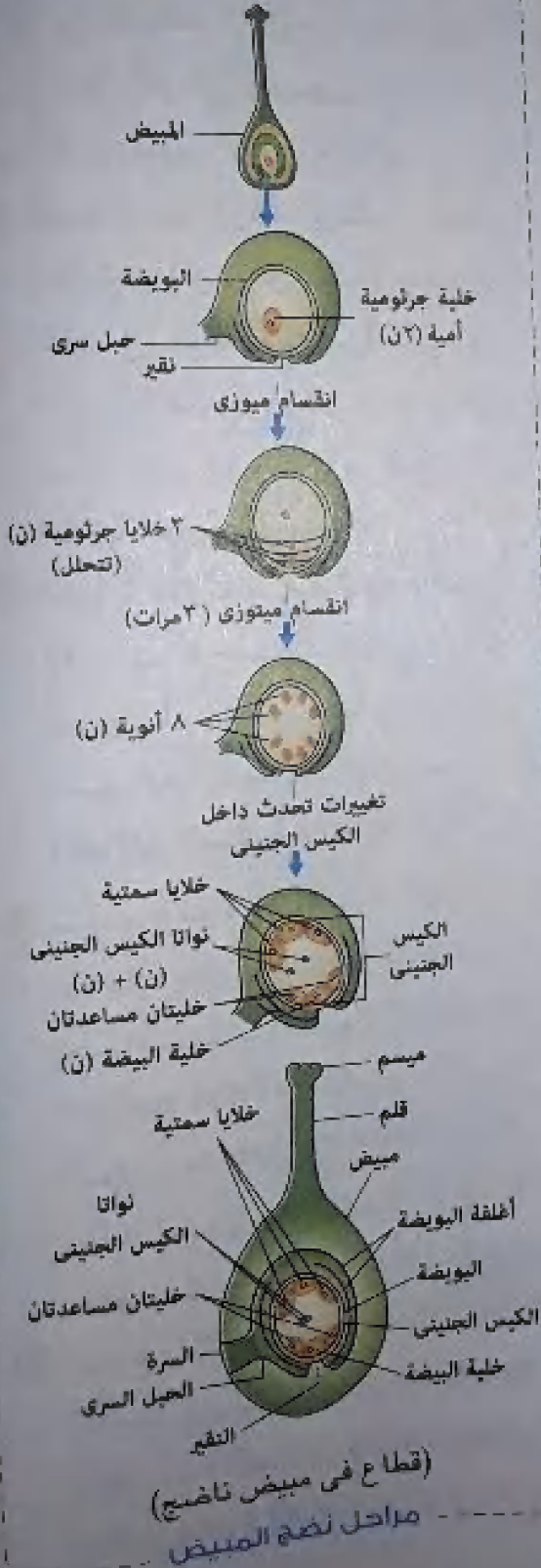
٣ تتحلل ثلاثة من هذه الخلايا وتبقى واحدة تنمو بسرعة مكونة الكيس الجنينى **Embryosac** الذى يحيط به نسيج غذائى يسمى النيوستيلة **Nucellus**

٤ يحدث داخل الكيس الجنينى عدة مراحل كما يلى :

(١) تنقسم النواة انقساماً ميوزياً ثلاث

مرات لتنتج ٨ أنوية، تهاجر كل ٤ منها إلى أحد طرفى الكيس الجنينى.

(٢) تنتقل واحدة من كل أربع أنوية إلى وسط الكيس الجنينى، ويعرفان بـ «النواتين القطبيتين **Polar nuclei**» (نواتا الكيس الجنينى).





الدرس الثالث

(٣) تحاط كل نواة من الثلاث الباقية في كل من طرفي الكيس الجنيني بكمية من السيتوبلازم وغشاء رقيق، لتكوّن خلايا.

ملحوظة

تمثل خلية البيضة المشيج المؤنث في النباتات الزهرية.

(٤) تنمو الخلية الوسطية من الثلاث خلايا القريبة

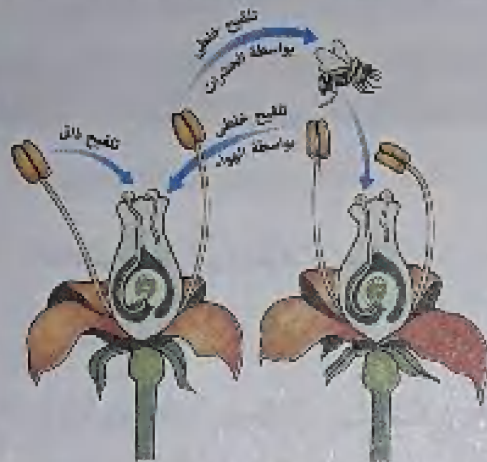
من النقيير لتصبح خلية البيضة Egg cell.

وتعرف الخليتان الموجودتان على جانبيها بـ

«الخليتين المساعدتين Synergids»

أما الثلاث خلايا البعيدة عن النقيير تسمى «الخلايا السمتية Antipodal cells».

* تصبح خلية البيضة حينئذ جاهزة للإخصاب.



التلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي

ثالثا التلقيح والإخصاب

١ عملية التلقيح في النباتات الزهرية

عملية التلقيح في النباتات الزهرية •

عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى ميسم الزهرة.

* أنواع التلقيح :

التلقيح الذاتي	التلقيح الخلطي
انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم نفس الزهرة أو إلى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات	انتقال حبوب اللقاح من متك زهرة على نبات إلى ميسم زهرة على نبات آخر من نفس النوع
* تكون الأزهار خنثى بشرط : - نضج شقى الأعضاء الجنسية في نفس الوقت. - أن يكون مستوى المتك مرتفع عن مستوى الميسم.	* تكون الأزهار خنثى بشرط : - نضج أحد شقى الأعضاء الجنسية قبل الآخر. - أن يكون مستوى المتك منخفض عن مستوى الميسم. * تكون الأزهار وحيدة الجنس.
العوامل اللازمة لإتمامه	مفهومه

* وسائل نقل حبوب اللقاح في التلقيح الخلطي :

- الهواء.
- الحشرات.
- الماء.
- الإنسان.

* أهمية عملية التلقيح :

- توفر للزهرة الخلايا الذكرية اللازمة لعملية الإخصاب في البويضة التي تكون البذرة.
- تحفز نشاط الأوكسينات اللازمة لنمو المبيض إلى ثمرة ناضجة (حتى لو لم يتم الإخصاب).

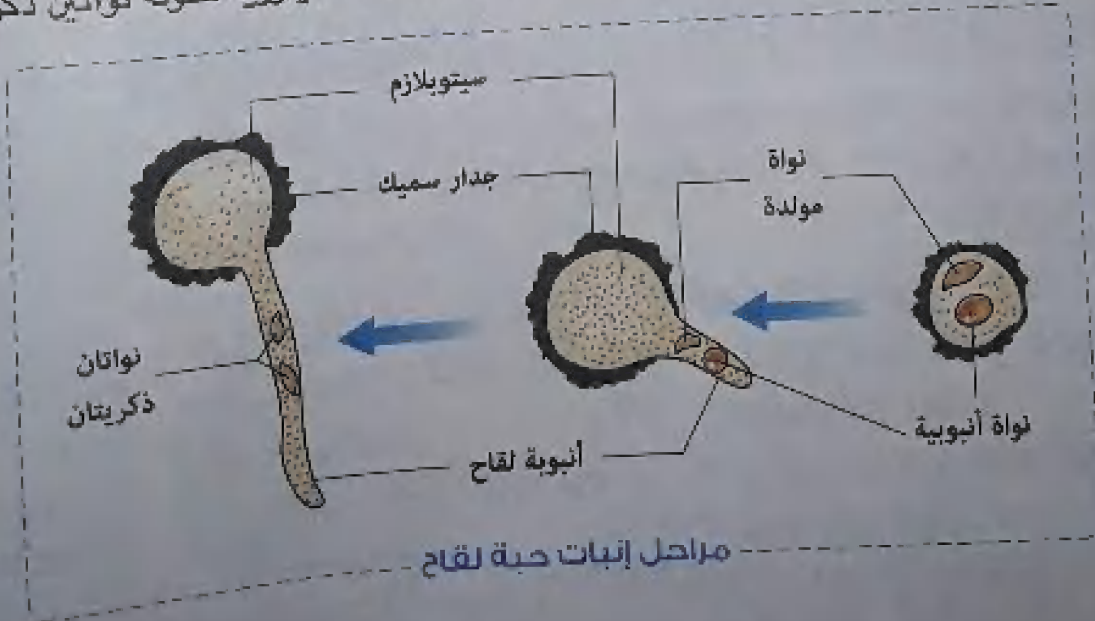
ب عملية الإخصاب في النباتات الزهرية

* تشمل عملية الإخصاب خطوتان هامتان، هما :

- الخطوة الأولى (إنبات حبة اللقاح) ،

عندما تسقط حبة اللقاح على الميسم تبدأ في الإنبات، حيث :

- تقوم النواة الأنثوية بتكوين أنبوبة لقاح تخترق الميسم والقلم حتى تصل إلى موقع النقيير في المبيض.
- تتلاشى النواة الأنثوية، بينما تنقسم النواة المولدة انقسامًا ميتوزيًا مكونة نواتين ذكريتين.





الخطوة الثانية (الإخصاب المزدوج) ، تشمل مرحلتين، هما :

١ إخصاب خلية البيضة : يتم كالتالي :

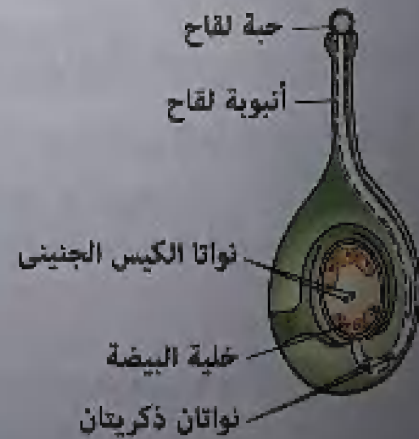
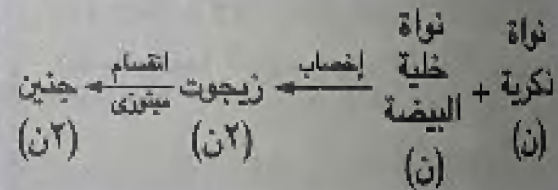
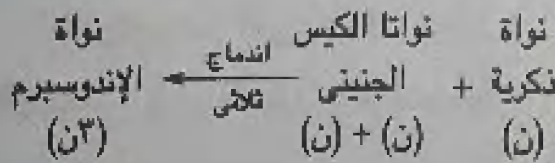
- (١) تنتقل النواة الذكرية الأولى (ن) من حبة اللقاح إلى البويضة من خلال أنبوبة اللقاح.
- (٢) تندمج هذه النواة مع نواة خلية البيضة (ن) فيتكون الزيجوت (٢ن).
- (٣) ينقسم الزيجوت ميتوزيًا مكونًا الجنين (٢ن).

٢ الاندماج الثلاثي : يتم كالتالي :

- (١) تنتقل النواة الذكرية الثانية (ن) من حبة اللقاح إلى البويضة.
- (٢) تندمج النواة الذكرية مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنيني «النواتان القطبيتان» (كل منهما ن) لتكوين نواة الإندوسبرم (٣ن).
- (٣) تنقسم نواة الإندوسبرم لتعطى نسيج الإندوسبرم لتغذية الجنين في مراحل نموه الأولى ويبقى هذا النسيج خارج الجنين، فيشغل بذلك جزءًا من البذرة.

الاندماج الثلاثي

عملية اندماج إحدى النواتين الذكريتين لحبة اللقاح مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنيني لتكوين نواة الإندوسبرم.



الإخصاب المزدوج

★ مما سبق يمكن تعريف الإخصاب المزدوج كالتالي:

الإخصاب المزدوج:

اندماج إحدى النواتين الذكريتين (ن) من حبة اللقاح مع نواة خلية البويضة (ن) لتكوين الزيجوت (2ن) الذي ينقسم ميتوزياً مكوناً الجنين (2ن)، واندماج النواة الذكرية الأخرى (ن) مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنيني (النواتان القطبيتان) (كل منهما ن) لتكوين نواة الإندوسبيرم (3ن) التي تنقسم لتعطي نسيج الإندوسبيرم.

رابعاً تكوين الثمرة والبذرة

* بعد حدوث الإخصاب يذبل الكأس والتويج والطلع والقلم والميسم ولا يبقى من الزهرة سوى مبيضها.

أ تكوين الثمرة

- ١ يختزن المبيض الغذاء فيكبر في الحجم وينضج متحولاً إلى ثمرة بفعل الهرمونات (الأوكسينات) التي يفرزها المبيض.
- ٢ يصبح جدار المبيض غلافاً للثمرة.

الثمرة الكاذبة:

الثمرة التي يتشحم فيها أي جزء غير مبيضها بالغذاء، مثل ثمرة التفاح التي يتشحم فيها التخت (وهو ما يؤكل).

ب تكوين البذرة

- ١ تتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السمتية، ويبقى ثقب النقيير ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الإنبات.
- ٢ يصبح جدار البويضة غلافاً للبذرة.

ملحوظة

عدد الأنوية التي تشارك في تكوين البذرة أو الحبة 5 أنوية.

* يمكن التمييز بين البذور من حيث احتفاظها بالإندوسبيرم إلى بذور إندوسبيرمية وبذور لا إندوسبيرمية، كالتالي:



البذور اللاإندوسبرمية «البذور»

- يتغذى الجنين على الإندوسبرم أثناء تكوينه مما يضطر النبات إلى تخزين غذاء آخر للجنين في فلقين.
- تتصلب الأغلفة البيضية لتكوين القصرة وتعرف حينئذ بـ «البذرة».
- بذور ذات فلقين.

البذور الإندوسبرمية «الحبوب»

- يحتفظ الجنين فيها بالإندوسبرم فيظل موجود.
- تلتحم أغلفة المبيض مع أغلفة البويضة لتكوين ثمرة بها بذرة واحدة وتعرف حينئذ بـ «الحبة».
- بذور ذات فلقة واحدة.

أمثلة

• الفول.

• البسلة.

• القمح.

• الذرة.

- يؤدي نضج الثمار والبذور (غالبًا) إلى تعطيل النمو الخضري للنبات وأحيانًا إلى موته خاصة في النباتات الحولية بسبب استهلاك المواد الغذائية المختزنة وتثبيط الهرمونات.
- إذا لم يتم التلقيح والإخصاب تذبل الزهرة وتسقط دون تكوين الثمرة.
- هناك بعض الثمار التي تحتفظ بأجزاء من الزهرة، مثل :
 - ثمرة الرمان : تبقى بها أوراق الكأس والأسدية.
 - ثمرة الباننجان والبلح : تبقى بها أوراق الكأس.
 - ثمرة القرع : تبقى بها أوراق التويج.

أضف إلى معلوماتك -

النباتات الحولية هي نباتات تعيش لموسم زراعي واحد فقط، ثم تتلاشى بعد ترك بذورها في التربة، مثل : الذرة والشعير.



الإثمار العذرى Parthenocarpy

الإثمار العذرى

تكوين ثمار بدون بذور لأنها تتكون بدون عملية الإخصاب (وهو لا يعتبر تكاثر).

أنواع الإثمار العذرى :

١ طبيعي ، كما في الموز والأناناس.

٢ صناعي ، يتم بإحدى الطريقتين التاليتين :

- رش المياسم بخلاصة حبوب اللقاح (حبوب لقاح مطحونة في الإثير الكحولي).
- استخدام أندول أو نافثول حمض الخليك.

وما سبق يمكن المقارنة بين الإثمار العذرى والتوالد البكرى، كالتالى :

التوالد البكرى

- * يحدث فى الحيوان.
- * قدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد بدون إخصاب من المشيج الذكر.
- * يعتبر نوع خاص من التكاثر اللاجنسى.
- * يتم طبيعياً كما فى حشرة المن ونحل العسل.
- * يتم صناعياً بتنشيط البويضات بواسطة تعريضها لصدمة حرارية أو كهربائية أو للإشعاع أو لبعض الأملاح أو للمرج أو للوخز بالأبر كما فى الضفدعة ونجم البحر أو باستخدام منشطات مماثلة لتكوين أجنة مبكرة من بويضاتها كما فى الأرانب.

الإثمار العذرى

- * يحدث فى النبات.
- * قدرة المبيض على تكوين ثمرة بدون بذور لأنها تتكون بدون عملية إخصاب.
- * لا يعتبر تكاثراً.
- * يتم طبيعياً كما فى الموز والأناناس.
- * يتم صناعياً برش المياسم بخلاصة حبوب اللقاح أو باستخدام أندول أو نافثول حمض الخليك لتنبية المبيض لتكوين الثمرة.



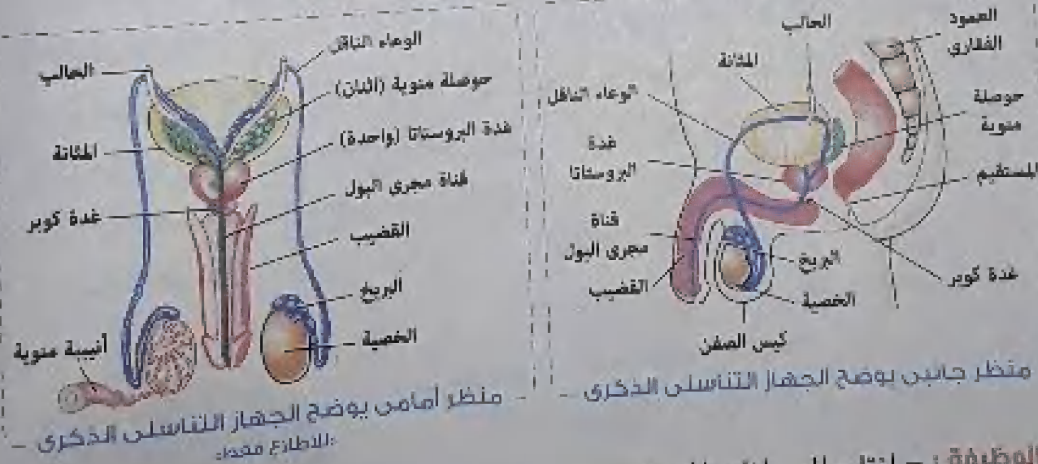
التكاثر في الإنسان

الفصل 3 | الدرس الرابع

* ينتمي الإنسان إلى طائفة الثدييات التي تتميز بالآتي :

- حمل الجنين حتى الولادة لذا فإن بويضاتها تكون صغيرة وشحيحة المَح لاعتتماد الجنين على الأم في الحصول على الغذاء لتكونه داخل الرحم.
 - إنتاج الصغار يكون محدود نظرًا لما تلقاه من رعاية الأبوين حيث تصل هذه الرعاية أقصاها في الإنسان الذي تحتاج صغاره إلى سنوات طوال من التربية نظرًا لتقدم عقله وتميز هيئته.
- أضف إلى معلوماتك** - المَح هو غذاء مدخر في البويضات يعتمد عليه الجنين أثناء تكوينه.

الجهاز التناسلي الذكري



* الوظيفة : - إنتاج الحيوانات المنوية.

- إنتاج هرمونات الذكورة، التي تسبب ظهور الصفات الذكرية الثانوية، مثل : خشونة الصوت، قوة العضلات، نمو الشعر على الوجه،... إلخ.



التركيب : يتركب الجهاز التناسلي الذكري للإنسان من :

ملحوظة

تنتقل الخصيتان من التجويف البطني إلى كيس الصفن في الجنين خلال أشهر الحمل الأخيرة، فإذا تعطل خروجهما تتوقفان عن إنتاج المنى عند البلوغ مما يسبب العقم.

* تحاط الخصيتان بكيس الصفن الذي يتدلى خارج تجويف البطن للحفاظ على درجة حرارة الخصيتين منخفضة عن درجة حرارة الجسم بما يناسب تكوين الحيوانات المنوية فيهما.

* أهمية الخصية :

- إنتاج الحيوانات المنوية.
- إفراز هرمون التستوستيرون الذي يعمل على ظهور الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ ونمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.

* كل منهما عبارة عن قناة تلتف حول نفسها، تخرج من الخصية، وتصب في قناة تسمى «الوعاء الناقل».

* وظيفة البربخ :

* يقوم كل منهما بنقل الحيوانات المنوية من البربخ إلى قناة مجرى البول.

* وهي تشمل :

- الحوصلتان المنويتان : تقوم بإفراز سائل قلوي يحتوي على سكر فركتوز لتغذية الحيوانات المنوية.
- غدة البروستاتا وغدة كوبر : تقوم بإفراز سائل قلوي يمر في قناة مجرى البول (قبل مرور الحيوانات المنوية مباشرة) فيعمل على معادلة وسطها الحمضي ليصبح وسطاً مناسباً لمرور الحيوانات المنوية.

* عضو يتكون من نسيج أسفنجي تمر فيه قناة مجرى البول حيث ينتقل من خلالها البول والحيوانات المنوية كل على حدة.

1
الخصيتان

2
البربخان

3
الوعاءان
الناقلان

4
الغدد التناسلية
الملاحقة

5
القضيب

الجنين على

أثناء

منخفض

باعتبار

من أثناء

العالم

لثانة

بدة كوبر

بينة منوية

كروي

كروي

* التركيب المجهرى للخصية :

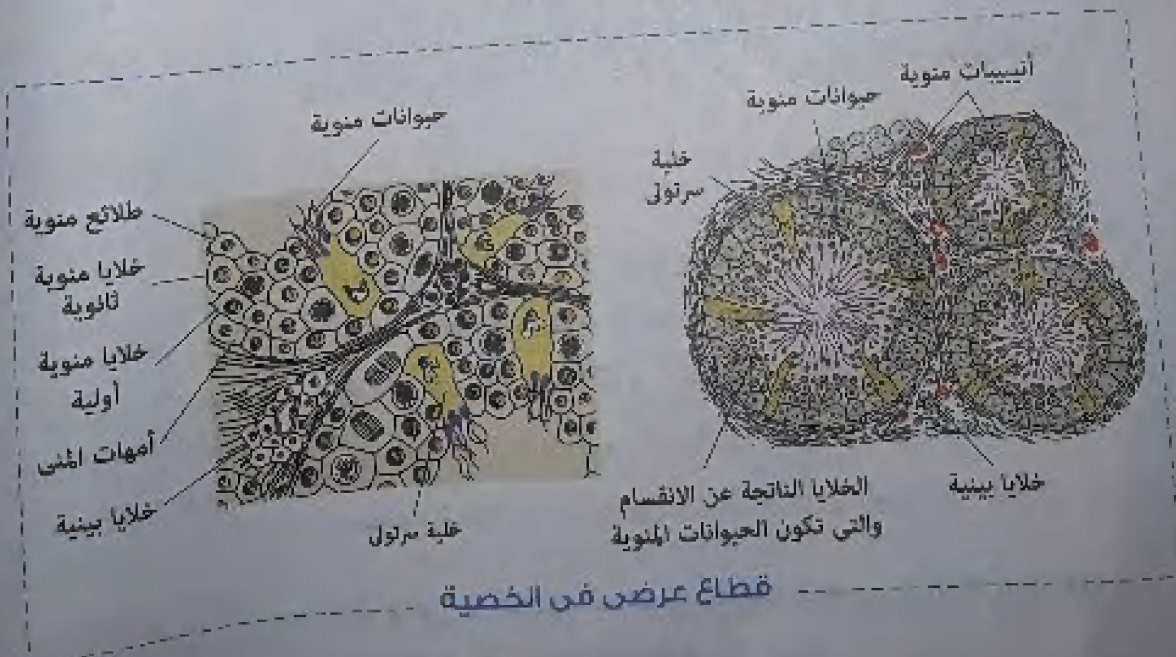
من خلال دراسة قطاع عرضى فى الخصية، يتضح أنها تتكون من :

١) الأنثيينيات المنوية :

- توجد بعدد كبير داخل الخصية.
- كل أنثيينية منوية يوجد بداخلها نوعين من الخلايا، هما :
 - (١) خلايا جرثومية أمية (٢ن) : تبطن الأنثيينيات المنوية من الداخل وهى تنقسم عدة انقسامات لتكون فى النهاية الحيوانات المنوية.
 - (٢) خلايا سرتولى : تفرز سائل يعمل على تغذية الحيوانات المنوية داخل الخصية كما يُعتقد أن لها وظيفة مناعية أيضًا.

٢) خلايا بينية :

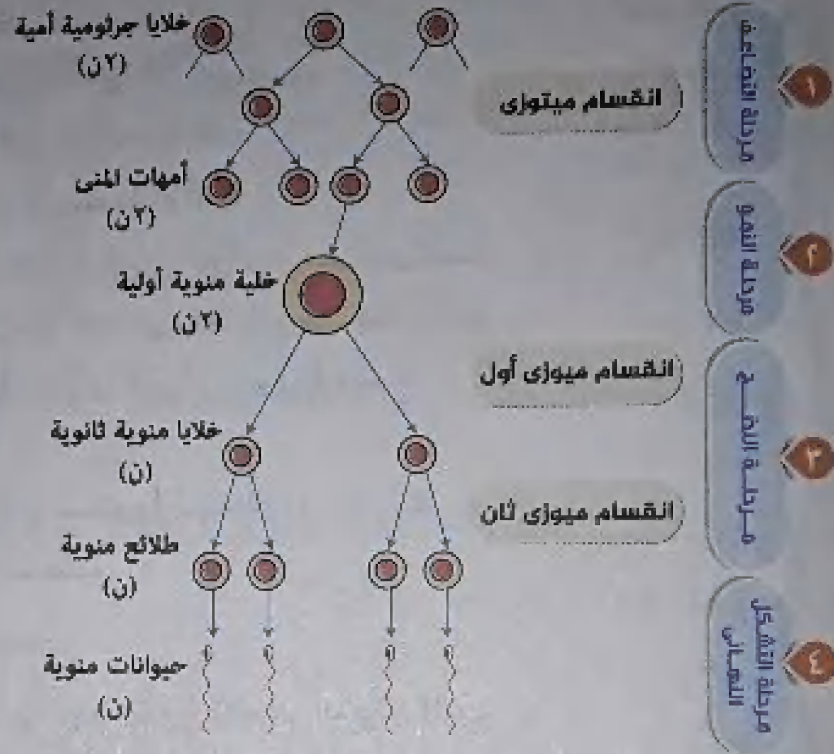
- توجد بين الأنثيينيات المنوية.
- تقوم بإفراز هرمون التستوستيرون الذى يعمل على ظهور الصفات الذكورية الثانوية عند البلوغ ونمو البروستاتا والحوصلتين المنويتين.





مراحل تكوين الحيوانات المنوية

تمر عملية تكوين الحيوانات المنوية بأربع مراحل هامة، وهي كالتالي :



١	مرحلة التضاعف	* يحدث فيها انقسام ميتوزي عدة مرات للخلايا الجرثومية الأمية (٢ن). * ينتج عن هذا الانقسام عدد كبير من الخلايا تسمى أمهات المنى (٢ن).
٢	مرحلة النمو	* تختزن فيها أمهات المنى قدرًا من الغذاء فتتحول إلى خلايا منوية أولية (٢ن).
٣	مرحلة اللزج	* يحدث فيها انقسام ميوزي أول للخلايا المنوية الأولية (٢ن) فتعطي خلايا منوية ثانوية (ن) (أي يحدث اختزال في عدد الصبغيات إلى النصف). * يحدث انقسام ميوزي ثان للخلايا المنوية الثانوية (ن) فتعطي طلائع منوية (ن).
٤	مرحلة التشكل النهائي	* تتحول فيها الطلائع المنوية إلى حيوانات منوية (ن).

تركيب الحيوان المنوي

١ الرأس :

تحتوى على :

- نواة : بها ٢٣ كروموسوم.

- جسم قمى : Acrosome :

• يوجد فى مقدمة الرأس.

• يقوم بإفراز إنزيم الهياالويورينيز الذى يعمل

على إذابة جزء من غلاف البويضة مما يسهل

عملية اختراق الحيوان المنوي للبويضة.

٢ العنق :

يحتوى على سنتريولين يلعبان دورًا فى انقسام

البويضة المخصبة.

٣ القطعة الوسطى :

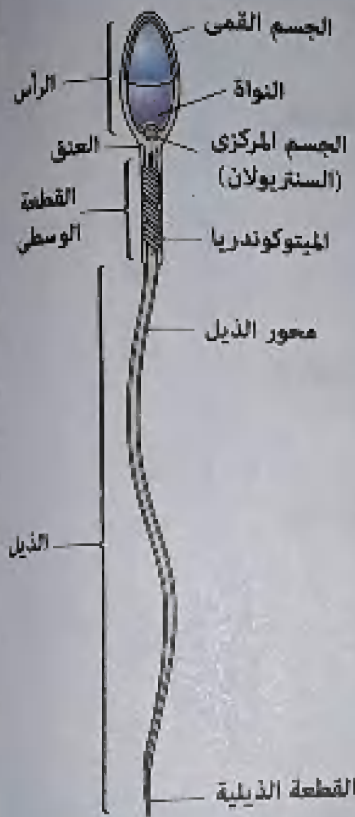
تحتوى على ميتوكوندريا تكسب الحيوان المنوي

الطاقة اللازمة لحركته.

٤ الذيل :

- يتكون من محور ينتهى بقطعة ذيلية.

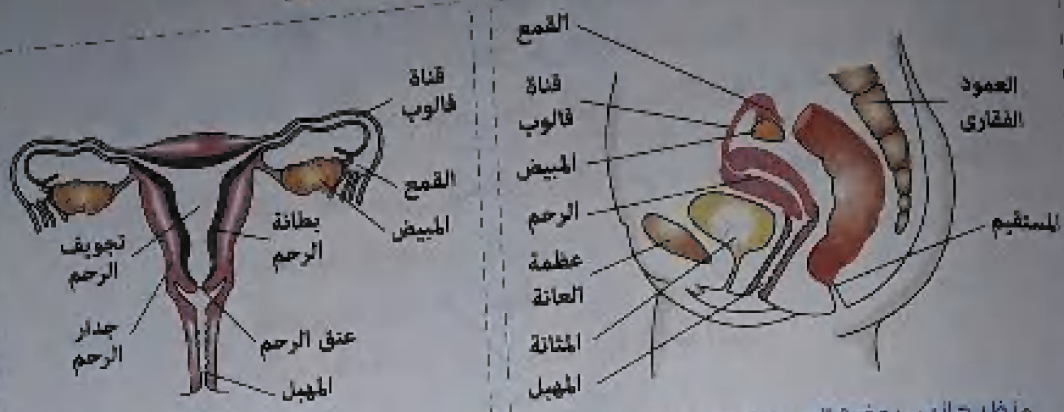
- يساعد على حركة الحيوان المنوي.



تركيب الحيوان المنوي



الجهاز التناسلي الأنثوي



منظر أمامي يوضح الجهاز التناسلي الأنثوي

منظر جانبي يوضح الجهاز التناسلي الأنثوي

* الموقع :

تتجمع أعضاء الجهاز التناسلي الأنثوي في منطقة الحوض خلف المثانة مثبتة في مكانها بأربطة مرنة تسمح لها بالتمدد أثناء الحمل بالجنين.

* الوظيفة :

- ١ إنتاج البويضات.
- ٢ إنتاج هرمونات الأنوثة.
- ٣ تهيئة مكان آمن لإتمام عملية إخصاب البويضة.
- ٤ إيواء الجنين حتى الولادة.

* التركيب : يتكون الجهاز التناسلي الأنثوي للإنسان من :

- * يوجدان على جانبي تجويف الحوض.
- * يأخذ المبيض شكل بيضاوي في حجم اللوزة المقشورة.
- * يحتوي المبيض أثناء الطفولة على عدة آلاف من البويضات في مراحل نمو مختلفة، تنضج منها حوالي ٤٠٠ بويضة فقط بعد البلوغ وخلال سنوات الخصوبة التي يمكن أن يحدث بها الإنجاب (التي تستمر حوالي ٣٠ سنة بعد البلوغ) وذلك بمعدل بويضة واحدة من أحد المبيضين بالتبادل مع الآخر شهرياً.

١ المبيضان

* أهمية المبيض :

- إنتاج البويضات.
- إفراز هرمونات البلوغ وهرمونات تنظيم دورة الطمث وتكوين الجنين.

١
قناتي
فالوب

- * تفتح كل قناة بواسطة قمع :
- يقع مباشرة أمام المبيض لضمان سقوط البويضات في قناة فالوب.
- به زوائد أصبعية تعمل على التقاط البويضة.
- * تبطن كل قناة بأهداب تعمل على توجيه البويضات المخصبة نحو الرحم.

٢
الرحم

- * كيس عضلي مرن يوجد بين عظام الحوض ومزود بجدار عضلي سميك قوي.
- * يبطن بغشاء غدي.
- * ينتهي بعنق يفتح في المهبل.
- * يتم بداخله تكوين الجنين وذلك لمدة تسعة أشهر.

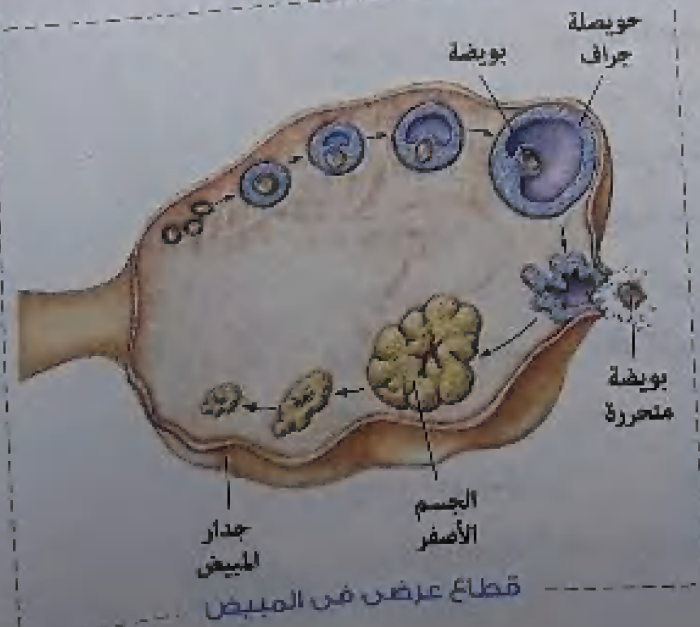
٤
المهبل

- * قناة عضلية يصل طولها إلى حوالي ٧ سم، تبدأ من عنق الرحم وتنتهي بالفتحة التناسلية.
- * يبطن المهبل بغشاء يفرز سائل مخاطي يعمل على ترطيب المهبل.
- * يحوى المهبل ثنيات تسمح بتمدده خاصة أثناء خروج الجنين.

ملحوظة

تتغير حالة الجهاز التناسلي الأنثى بصفة دورية بعد البلوغ عند عمر (١٢ : ١٥ سنة) تبعاً لنشاط المبيض والرحم وما يرتبط بهما من إخصاب وحمل، أو عدم حدوث حمل ونزول النزيف الشهري (الطمث) وعندما تبلغ الأنثى عمر (٤٥ : ٥٠ سنة) يتوقف نشاط المبيضين فتقل الهرمونات وتنكمش بطانة الرحم ويتوقف حدوث الطمث.

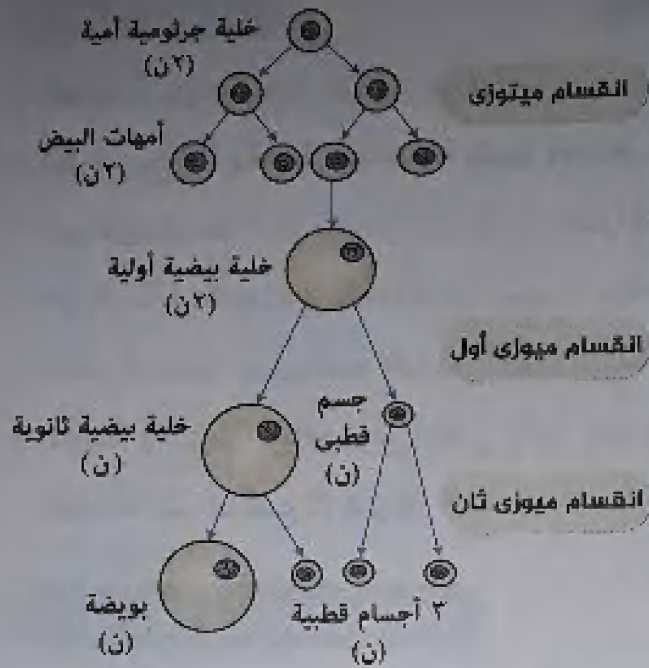
* التركيب المجهرى للمبيض :



- من خلال دراسة قطاع عرضي في المبيض، يتضح أن :
- المبيض يتكون من مجموعة من الخلايا في مراحل نمو مختلفة.
- البويضة تكون داخل حويصلة جرايف.
- حويصلة جرايف تتحول إلى جسم أصفر بعد تحرر البويضة منها.



مراحل تكوين البويضة



١. نمر عملية تكوين البويضة
بثلاث مراحل هامة، وهي كالتالي :

١
مرحلة
التضاعف

- * تتم هذه المرحلة أثناء التكوين الجنيني للأنثى، حيث :
- يحدث انقسام ميوزي للخلايا الجرثومية الأمية ($2n$).
- ينتج عن هذا الانقسام تكون خلايا تسمى أمهات البيض ($2n$).

٢
مرحلة
النمو

- * تتم هذه المرحلة أيضاً أثناء التكوين الجنيني للأنثى، حيث :
- تختزن أمهات البيض ($2n$) قدرًا من الغذاء، فتكبر في الحجم، وتتحول إلى خلايا بيضية أولية ($2n$).

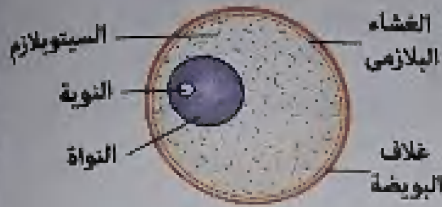
٣
مرحلة
النضج

- * يحدث انقسام ميوزي أول للخلية البيضية الأولية ($2n$)، فتعطى :
- خلية بيضية ثانوية (n).
- جسم قطبي (n).
- وتكون الخلية البيضية الثانوية أكبر من الجسم القطبي لاحتوائها على الغذاء المخزن.
- * يحدث انقسام ميوزي ثان للخلية البيضية الثانوية (n)، فتعطى :
- بويضة (n).
- جسم قطبي (n).
- ويحدث الانقسام الميوزي الثاني لحظة دخول الحيوان المنوي داخل البويضة لإتمام عملية الإخصاب (أي أنه انقسام مؤجل أو مشروط).
- * قد يحدث انقسام ميوزي ثان للجسم القطبي (n)، فيعطى :
- جسمان قطبيان، (بذلك تكون المحصلة ثلاثة أجسام قطبية).

تركيب البويضة

* تحتوي البويضة على سيتوبلازم ونواة.

* تغلف بطبقة رقيقة متماسكة بفعل حمض الهيالورنيك لذا تحتاج عملية اختراق البويضة لملايين من الحيوانات المنوية حيث تعمل إنزيمات الجسم القمى للحيوانات المنوية (إنزيم الهيالورنيز) على إذابة غلاف البويضة عند موضع الاختراق.



تركيب البويضة

دورة التزاوج Breeding cycle

دورة التزاوج *

فترات معينة في حياة الثدييات المشيمية ينشط فيها المبيض في الأنثى البالغة بصفة دورية منتظمة، وتتزامن هذه الفترات مع وظيفة التزاوج والإنجاب.

* تختلف مدة دورة التزاوج في الثدييات المختلفة، فقد تكون :

- سنوية : كما في الأسد والنمر.

- نصف سنوية : كما في القطط والكلاب.

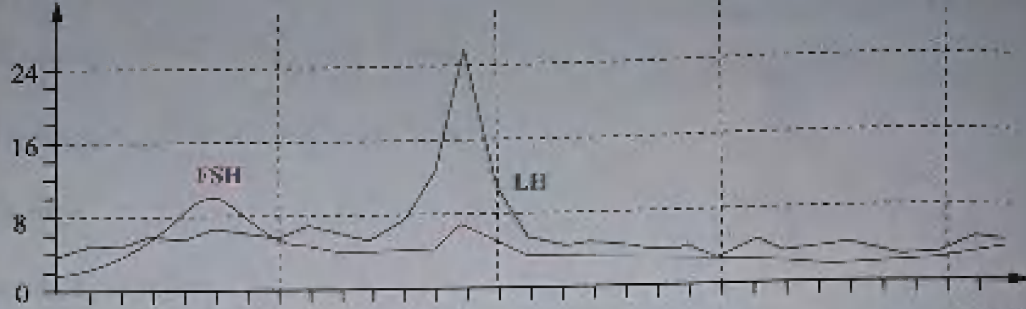
- شهرية : كما في الأرانب والفئران.

* تعرف الفترة التي ينشط فيها المبيض في أنثى الإنسان بالدورة الشهرية (دورة الطمث)، ومدتها ٢٨ يوم حيث يتبادل المبيضان في إنتاج البويضات.



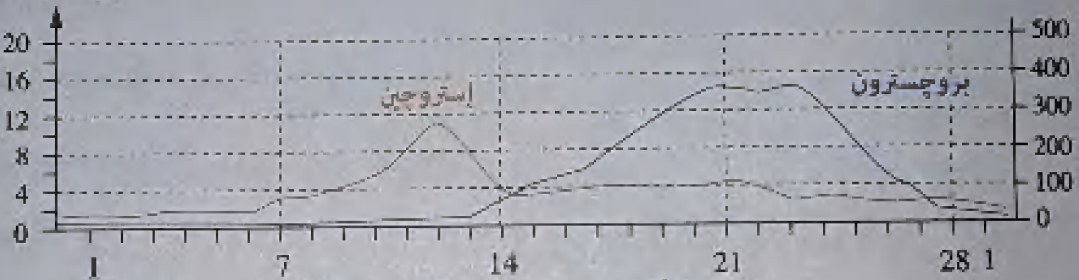
دورة الطمث (الحيض) Menstrual Cycle

FSH , LH

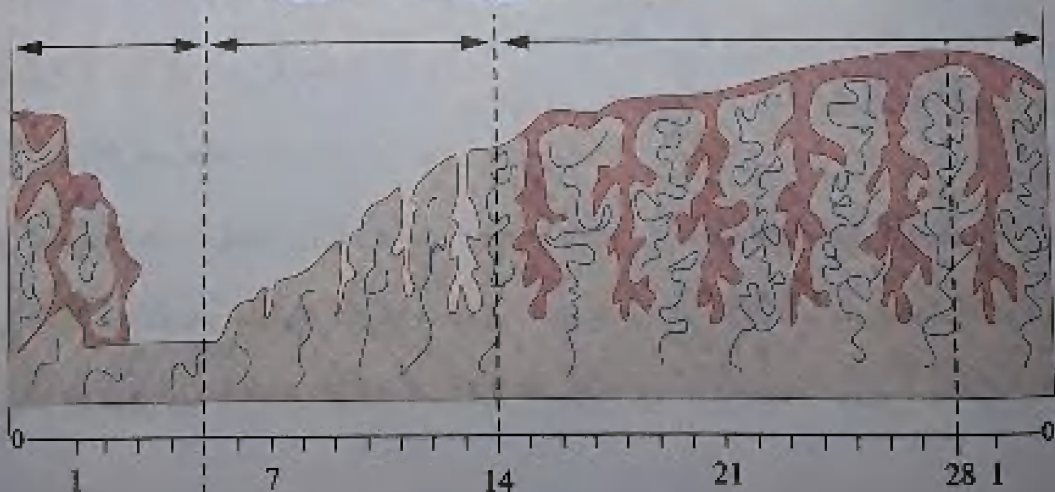


بروجسترون

إستروجين



1 7 14 21 28 1



مرحلة الطمث

مرحلة نضج البويضة

مرحلة التبويض

• تلتزم دورة الطمث (الحيض) إلى ثلاث مراحل كالتالي :

١ مرحلة نزح البويضة

• يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية هرمون التحوصل (FSH) الذي يحفز المبيض لإنضاج حويصلة جراف المحتوية على البويضة.

• يستغرق نمو حويصلة جراف حوالي عشرة أيام.

• تفرز حويصلة جراف أثناء نموها هرمون الإستروجين الذي يعمل على إسماء بطانة الرحم.

٢ مرحلة التبويض

• تبدأ هذه المرحلة عندما يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية الهرمون المصفر (LH) (في اليوم الرابع عشر من بدء الطمث)

الذي يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة وتكوين الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف.

• يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي بها (لإعداد الرحم لاستقبال الجنين) ويستمر هذا الطور حوالي ١٤ يوم.





مرحلة الطمث

٣

* تتم هذه المرحلة في حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة، حيث :

- يبدأ الجسم الأصفر في الضمور التدريجي ويقل إفراز هرمون البروجسترون، مما يؤدي إلى :
- تدهم بطانة الرحم وتمزق الشعيرات الدموية بسبب انقباضات الرحم.
- خروج الدم الذي يعرف بـ «الطمث» مستغرقًا من ٣ : ٥ أيام وتبدأ دورة جديدة للمبيض الآخر.

* في حالة حدوث إخصاب للبويضة :

- يبقى الجسم الأصفر ليفرز هرمون البروجسترون مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.
- يصل الجسم الأصفر لأقصى نموه في نهاية الشهر الثالث للحمل.
- يبدأ الجسم الأصفر في الانكماش، في الشهر الرابع للحمل وذلك حينما تكون المشيمة قد تقدم نموها في الرحم وتصبح قادرة على إفراز هرمون البروجسترون فتحل محل الجسم الأصفر في إفراز هذا الهرمون الذي ينبه الغدد التناسلية على النمو التدريجي.

ملحوظة

تحل المشيمة في الشهر الرابع محل الجسم الأصفر في إفرازه لهرمون البروجسترون، لذا فإن تحلل الجسم الأصفر قبل الشهر الرابع (أي قبل اكتمال نمو المشيمة) يؤدي إلى الإجهاض.

★ مما سبق يمكن تلخيص بعض التراكيب أظلية وثلاثية المجموعة الصبغية في الكائنات الحية :

المجموعة الصبغية	التركيب	المجموعة الصبغية	التركيب
(ن)	* خلايا طحلب الأسبيروجيرا	(ن)	* الخلايا الجسمية في نكور نحل العسل
(ن)	* الميروزويتات في بلازموديوم الملاريا	(ن)	* الأسبوروزويتات في بلازموديوم الملاريا
(ن)	* كيس البيض لبلازموديوم الملاريا	(ن)	* الأطوار المشيجية لبلازموديوم الملاريا
(ن)	* الجرثومة	(ن)	* الأمشاج (المذكرة والمؤنثة)
(ن)	* السابحات المهدبة في نبات الفوجير	(ن)	* الطور المشيجي لنبات الفوجير
(ن)	* الأرشيغونيا في نبات الفوجير	(ن)	* الأنثريديا في نبات الفوجير
(ن)	* النواة الذكرية لحبة اللقاح	(ن)	* الجراثيم الصغيرة في متك الزهرة
(ن)	* نواة خلية البيضة	(ن)	* نواة الكيس الجنيني (النواة القطبية)
(ن)	* الطلائع المنوية	(ن)	* الخلايا المنوية الثانوية
(ن)	* الخلية البيضية الثانوية	(ن)	* الحيوان المنوي
(ن)	* الجسم القطبي	(ن)	* البويضة
(ن٢)	* الخلايا الجسمية في حشرة المن	(ن٢)	* الخلايا الجسمية في إناث نحل العسل (الملكة والشغالات)
(ن٢)	* اللاقحة الجرثومية (الزيجوسبور) في طحلب الأسبيروجيرا	(ن٢)	* اللاقحة (الزيجوت)
(ن٢)	* الطور الجرثومي لنبات الفوجير	(ن٢)	* الطور الحركي لبلازموديوم الملاريا
(ن٢)	* الخلية الجرثومية الأمية	(ن٢)	* الخلايا الجرثومية في نبات الفوجير
(ن٢)	* الخلايا المنوية الأولية	(ن٢)	* أمهات المنى
(ن٢)	* الخلية البيضية الأولية	(ن٢)	* أمهات البيض





الإخصاب

الإخصاب

اندماج المشيج المذكر (الحيوان المنوي) مع المشيج المؤنث (البويضة) لتكوين الزيجوت الذي ينقسم مكوناً الجنين.



* تتحرر البويضة في اليوم الرابع عشر من بدء الطمث وتكون جاهزة للإخصاب في خلال يومين ويتم إخصابها في الثلث الأول من قناة فالوب.
* يخرج من الرجل في كل مرة تزاوج من ٣٠٠ : ٥٠٠ مليون حيوان منوي يفقد الكثير منها أثناء رحلتها إلى البويضة.
* تبقى الحيوانات المنوية حية داخل الجهاز التناسلي للأنثى من ٢ : ٣ يوم.
* تشترك الحيوانات المنوية معاً في إفراز إنزيم الهيالووريناز الذي يذيب جزء من غلاف البويضة الذي يتماسك بواسطة حمض الهيالوورينيك.

* يدخل البويضة رأس وعنق حيوان منوي واحد تاركاً القطعة الوسطى والذيل خارجاً.
* تحيط البويضة نفسها بعد الإخصاب بغلاف يمنع دخول أي حيوان منوي آخر.

أضف إلى معلوماتك

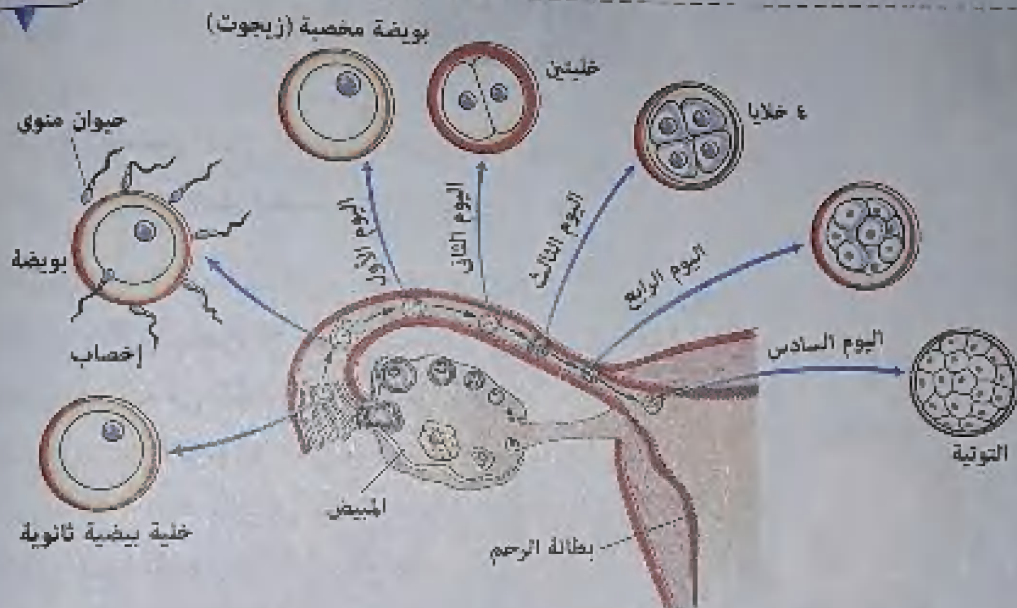
يرث الجنين الميتوكوندريا من الأم وليس من الأب، لأنه عند الإخصاب يدخل رأس وعنق الحيوان المنوي فقط ولا تدخل القطعة الوسطى المحتوية على الميتوكوندريا، بينما البويضة هي التي تحتوي على الميتوكوندريا.

ملحوظة

قد يُعتبر الرجل عقيمًا إذا كان عدد الحيوانات المنوية أقل من ٢٠ مليون (في كل مرة تزاوج) ذلك لأنه يفقد الكثير منها أثناء رحلتها إلى البويضة كما أنه يلزم لإذابة غلاف البويضة المتناسك بفعل حمض الهيالوريك عدد هائل من الحيوانات المنوية.



الحمل ونمو الجنين



تفلق البويضة المخصبة

بعد يوم واحد من الإخصاب : تنقسم اللاقحة (الزيجوت) في بداية قناة فالوب ميتوزيًا إلى خليتين (فلجتين).

بعد يومين : تتضاعف الخليتين إلى أربع خلايا.

يتكرر الانقسام حتى تتكون كتلة من الخلايا

الصغيرة تسمى «التوتية Morula»، التي تهبط

بواسطة دفع أهداب قناة فالوب لها، حتى تصل

إلى الرحم وتنغمس بين ثنايا بطانة الرحم السمكية

في نهاية الأسبوع الأول.

يتزايد نمو الجنين ويتدرج بناء الأنسجة وتكوين الأعضاء وينشأ حول الجنين أغشية تسمى «الأغشية الجنينية».

ملحوظة

تتميز بطانة الرحم بالإمداد الدموي اللازم لتكوين الجنين طوال أشهر الحمل التسعة.



الأغشية الجنينية

تشمل الأغشية الجنينية غشاءان، الداخلي هو «الرهل Amnion» والخارجي هو «السلى Chorion».



الجنين والأغشية الجنينية

• **غشاء السلى (كورديون)**
غشاء يحيط بغشاء الرهل
ويعمل على حماية الجنين.

• **غشاء الرهل (أمنيون)**
غشاء يحيط بالجنين ويحتوي على سائل يحمي الجنين
من الجفاف ويساعده على تحمل الصدمات.

* يخرج من **غشاء السلى** بروتات أو خملات أصبعية الشكل تنفخ داخل بطانة الرحم وتتلامس فيها الشعيرات الدموية لكل من الجنين والأم وتسمى «المشيمة».

* أهمية المشيمة :

- ١ نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسجين والفيتامينات من دم الأم إلى دم الجنين بالانتشار.
- ٢ تخلص الجنين من المواد الإخراجية دون أن يختلط دم الجنين بدم الأم.
- ٣ تفرز هرمون البروجسترون بدءًا من الشهر الرابع للحمل وذلك بعد ضمور الجسم الأصفر وهكذا تصبح المشيمة هي مصدر إفراز البروجسترون.
- ٤ تفرز هرمون الريلاكسين الذي يزداد إفرازه عند نهاية فترة الحمل ليعمل على ارتخاء الارتفاق العاني لتسهيل عملية الولادة.

ملحوظة

تقوم المشيمة بنقل العقاقير وكذلك المواد الضارة مثل الكحول والنيكوتين والفيروسات من دم الأم إلى الجنين مما يسبب له أضرارًا بالغة وتشوهات وأمراض.

* يتصل الجنين بالمشيمة بواسطة نسيج غني بالشعيرات الدموية يسمى «الحبل السرى» Umbilical Cord الذي يصل طوله حوالي ٧٠ سم، ليسمح بحرية حركة الجنين.

* أهمية الحبل السرى :

١ نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسجين والفيتامينات والأملاح من المشيمة إلى الدورة الدموية للجنين.

٢ نقل المواد الإخراجية وثاني أكسيد الكربون من الدورة الدموية للجنين إلى المشيمة.

مراحل تكوين الجنين

* تنقسم فترة تكوين الجنين إلى ثلاث مراحل، كالتالي :

١ المرحلة الأولى

* تشمل الثلاثة شهور الأولى من الحمل، حيث :

- يبدأ تكوين الجهاز العصبي والقلب (في الشهر الأول).
- تتميز العينان واليدان.
- يتميز الذكر عن الأنثى إذ تتكون الخصيتان في الأسبوع السادس ويتكون المبيضان في الأسبوع الثاني عشر.
- يصبح للجنين القدرة على الاستجابة.

٢ المرحلة الثانية

* تشمل الثلاثة شهور الوسطى، حيث :

- يكتمل نمو القلب إذ تُسمع دقاته.
- يتكون الجهاز العظمي.
- تكتمل أعضاء الحس.
- يزداد نمو الجنين في الحجم.

٣ المرحلة الثالثة

* تشمل الثلاثة شهور الأخيرة، حيث :

- يكتمل نمو المخ.
- يستكمل نمو باقى الأجهزة الداخلية.
- يتباطأ نمو الجنين في الحجم.



جنين عمره ٣ شهور



جنين عمره ٦ شهور



جنين عمره ٩ شهور



الولادة والرضاعة

الولادة

« في الشهر التاسع :

- يبدأ تفكك المشيمة ويقل البروجسترون.
- يقل تماسك الجنين بالرحم (استعداداً للولادة).
- يبدأ المخاض بانقباض عضلات الرحم بشكل متتابع فيندفع الجنين إلى الخارج على أثر ذلك.

« بعد اندفاع الجنين إلى الخارج يحدث الآتي :

- يصرخ المولود فيبدأ جهازه التنفسي في العمل على أثر هذه الصرخة.
- تنفصل المشيمة من جدار الرحم وتطرد للخارج.
- يتم قطع الحبل السري من جهة المولود ليتحول غذاءه إلى لبن الأم.

الرضاعة

ملاحظات

(١) عمر الأنثى المناسب للحمل من ١٨ : ٣٥ سنة، وإذا قل أو زاد العمر عن ذلك، يتعرض كل من الأم والجنين لمخاطر خطيرة كما تزداد احتمالات التشوه الخلقي بين أبنائها كما أن الإنجاب من زوج مسن قد يؤدي إلى نفس النتيجة في الأبناء.

(٢) تختلف مدة الحمل باختلاف نوع الكائن كما يلي :

- الفأر : ٢١ يوم.
- الأغنام : ١٥٠ يوم.
- الإنسان : ٢٧٠ يوم.

« تبدأ بتنبية هرموني من الغدة النخامية إلى الغدة اللبنية في ثدي الأم لإفراز اللبن (الذي يعتبر أتمن غذاء جسدي وعاطفي)، حيث تفرز الغدة النخامية :

- هرمون البرولاكتين الذي يعمل على إفراز اللبن من الغدة اللبنية في الثدي.

- هرمون الأوكسيتوسين الذي له أثرًا مشجعاً في اندفاع (نزول) الحليب من الغدة اللبنية بعد الولادة استجابة لعملية الرضاعة.

« يقوم لبن الأم بحماية الطفل من كثير من الاضطرابات العضوية والنفسية، ليس في مرحلة طفولته فقط وإنما في مستقبله أيضًا.

تعدد المواليد

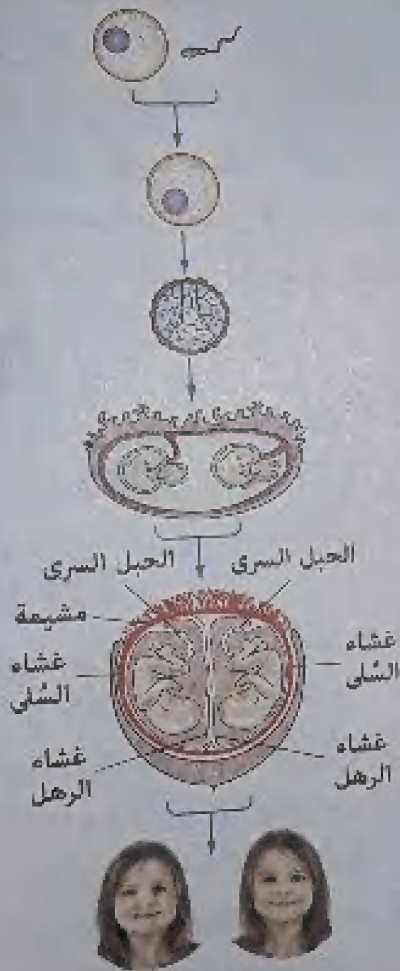
« عادةً ما يولد جنين واحد في كل مرة ولكن في بعض الأحيان تتعدد المواليد حتى ستة أطفال في المرة الواحدة.

« تعتبر التوائم الثنائية هي الأكثر شيوعاً إذ تصل نسبتها في العالم (١ توائم ثنائية : ٨٦ ولادة فردية)، بينما تندر التوائم المتعددة.

• هناك نوعان من التوائم هما :

توائم متماثلة (أحادية الاقحدة) Monozygotic Twins

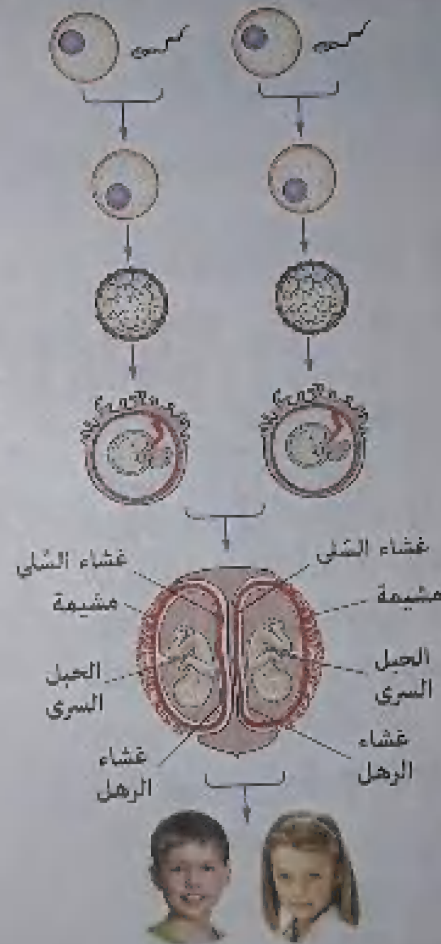
* تنتج من بويضة واحدة مخصبة بحيوان منوى واحد وتنقسم اللاقحة أثناء تقلاجها إلى جزئين يكون كل منها جنين.



- * للجنينين مشيمة واحدة.
- * الجنينان يحملان نفس الجينات وبالتالي :
- يتطابقان تماماً في جميع الصفات الوراثية.
- لهما نفس الجنس.

توائم غير متماثلة - متاخية (ثنائية الاقحدة) Dizygotic Twins

* تنتج من تحرر بويضتين (من مبيض واحد أو من الاثنين) وإخصاب كل منهما بحيوان منوى على حدة.



- * لكل جنين منهما كيس جنيني ومشيمة مستقلة.
- * الجنينان يحملان جينات مختلفة وبالتالي :
- يختلفان في الصفات الوراثية (شقيقين لهما نفس العمر).
- قد يختلفان في الجنس.

التوائم السيامي

توائم متماثل يولد ملتصق في مكان ما بالجسم ويمكن الفصل بينهما جراحياً في بعض الحالات.



مشاكل مرتبطة بالإنجاب

هناك مشاكل مرتبطة بالإنجاب في الإنسان، هي :

- مشكلة زيادة الفسل : يستخدم في حلها وسائل منع الحمل.

- مشكلة العقم : يستخدم في حلها وسائل علمية متطورة.

فيما يلي سندرس أهم وسائل حلول هذه المشاكل كما يلي :

أ وسائل منع الحمل

يمكن منع الحمل بأحدى الطرق التالية :

- ١ - الأقراص : - يبدأ استخدامها بعد انتهاء الطمث ولمدة ثلاثة أسابيع.
- تحتوي على هرمونات صناعية تشبه الإستروجين والبروجيستيرون.
- تمنع عملية التبويض.

٢ - اللولب : يستقر اللولب في الرحم ليمنع استقرار البويضة المخصبة في بطانة.

٣ - الواقي الذكري : يستخدمه الذكر لمنع دخول الحيوانات المنوية إلى المهبل.

٤ - التعقيم الجراحي :

- للأنثى : يتم ربط قناتي فالوب أو قطعهما لمنع وصول الحيوانات المنوية إلى البويضات التي ينتجها المبيض وإخصابها.

- للرجل : يتم ربط الوعاءين الناقلين أو قطعهما لمنع خروج الحيوانات المنوية من خلالهما.

ب وسائل علاج العقم

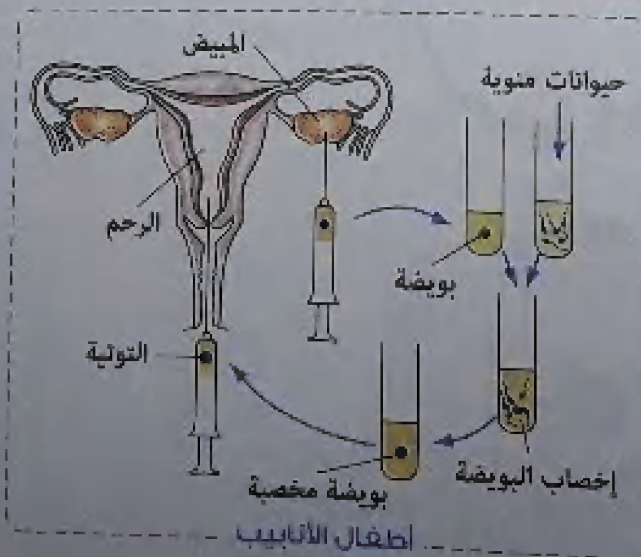
يوجد عدة وسائل علمية لعلاج هذه المشكلة، منها :

أطفال الأنابيب

* يتم فصل بويضة من مبيض المرأة وإخصابها بحيوان منوي من زوجها داخل أنبوبة اختبار.

* يتم رعاية البويضة المخصبة في وسط غذائي مناسب، وذلك حتى تصل إلى مرحلة التوتية.

يُعاد زراعة التوتية في رحم الزوجة حتى يتم اكتمال تكوين الجنين.



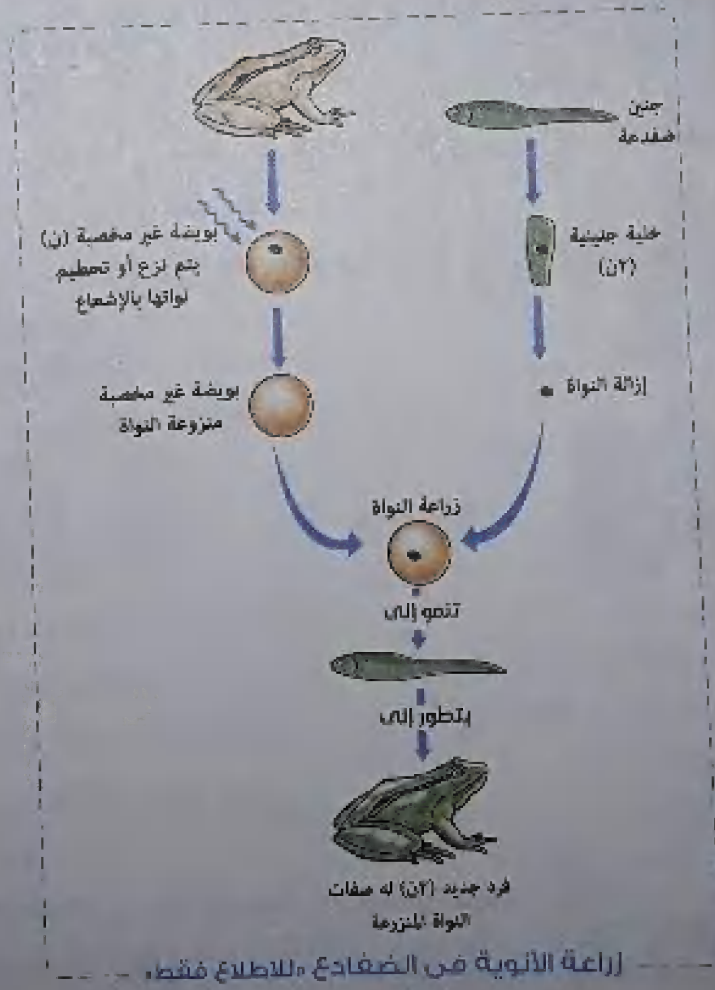
زراعة الأنوية

• **الأساس العلمي لزراعة الأنوية** : زرع نواة خلية جنينية متقدمة في بويضة غير مخصبة (نفس نوع الكائن) قد سبق نزع نواتها أو تحطيمها بالإشعاع لتنمو إلى فرد جديد ينتمي في صفاته للنواة المزروعة.

• **أمثلة** : أجريت تجارب زراعة الأنوية في الضفادع والقنار.

تجربة على الضفدعة

- ١ تم إزالة أنوية من خلايا أجنة الضفدعة في مراحل مختلفة من النمو.
 - ٢ تم زرع هذه الأنوية في بويضات غير مخصبة للضفادع قد سبق نزع أنويتها أو تحطيمها بالإشعاع.
 - ٣ بدأت كل من هذه البويضات في النمو العادي إلى أفراد لهم صفات الأنوية المزروعة.
- وبذلك أمكن إثبات قدرة الأنوية المزروعة (النواة التي جاءت من خلية من جنين متقدم) على توجيه نمو الجنين مثل نواة اللاقحة الأصلية نفسها.





بنوك الأمشاج

* توجد في بعض دول أوروبا وأمريكا بنوك للأمشاج الحيوانية المنتخبة خاصة الماشية والخيول.

* الهدف منها :

١ الحفاظ على بعض الأنواع من الانقراض والإكثار منها وقت الحاجة ،

- تحفظ أمشاج هذه الحيوانات في حالة تبريد شديد (-١٢٠م) لمدة تصل إلى ٢٠ سنة.

- تستخدم هذه الأمشاج بعد ذلك في التلقيح الصناعي حتى بعد وفاة أصحابها أو تعرض بعض الأنواع النادرة منها للانقراض.

٢ التحكم في جنس المواليد ،

تم إجراء بحوث على حيوانات المزارع بهدف التحكم في جنس المواليد، كالتالي :

- فصل الحيوانات المنوية ذات الصبغى (X) عن الأخرى ذات الصبغى (Y)

بوسائل معملية كالطرد المركزي أو تعريضها لمجال كهربى محدود.

- يتم تطبيق هذه التقنية على الماشية لإنتاج :

• ذكوراً فقط : بهدف إنتاج اللحوم.

• إناثاً فقط : بهدف إنتاج الألبان والتكاثر (حسب الحاجة).

ملحوظة

يرغب بعض الناس في الاحتفاظ بأمشاجهم في تلك البنوك ضماناً لاستمرار نسلهم حتى بعد وفاتهم بسنوات طويلة.

* يبقى سؤالاً : هل ستنتج هذه التقنية في حالة الإنسان ؟



الباب الأول

التركيب والوظيفة
في الكائنات الحية

الفصل 4

المناعة في الكائنات الحية

المناعة في النبات.

الحرس الأول

المناعة في الإنسان.

الحرس الثاني

آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان.

الحرس الثالث

أهداف الفصل :

- في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن :
 - يتعرف أهمية المناعة للكائنات الحية.
 - يقارن بين المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة.
 - يستنتج مسببات المرض والموت عند النبات.
 - يشرح كيف يعمل جهاز المناعة في النبات.
 - يتعرف المناعة التركيبية والمناعة البيوكيميائية في النبات.
 - يحدد مكونات الجهاز المناعي في الإنسان.
 - يتعرف الأعضاء الليمفاوية في الإنسان.
 - يحدد أنواع الخلايا الليمفاوية.
 - يتعرف الأجسام المضادة وطرق عملها.
 - يفسر آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان.
 - يحدد بعض وسائل المناعة الطبيعية في الإنسان.
 - يقدر جهود العلماء في التقدم المذهل في علم المناعة.
 - يقدر عظمة الخالق في دور بعض أعضاء الجسم في حمايته من الميكروبات.

المناعة في النبات

مقدمة

تتعرض حياة الكائنات الحية للتهديد المستمر من مصادر مختلفة، منها :

- مصادر حيوية : مثل مسببات الأمراض كبعوض الحشرات والأوليات الحيوانية والفطريات والبكتيريا والفيروسات.

- مصادر غير حيوية : مثل الحوادث والكوارث الطبيعية واختلال عناصر البيئة المحيطة. وبالتالي فإن الكائنات الحية في صراع دائم مع ما يهدد حياتها من أخطار مما يجعلها تطور من آليات الدفاع عن نفسها من أجل البقاء، ومن هذه الآليات :

- تغيير لون الجسم بغرض التمويه.
- إفراز السموم لقتل الكائن الآخر (العدو).
- الجري للهروب من العدو.

لذلك فقد وهب الله الكائنات الحية طرق دفاعية متقنة قد تتغير هذه الطرق لمواجهة أساليب العدو المختلفة.

• المناعة Immunity

مقدرة الجسم من خلال الجهاز المناعي على مقاومة مسببات المرض والأجسام الغريبة وذلك من خلال منع دخولها إلى جسم الكائن الحي أو مهاجمتها والقضاء عليها عند دخولها جسم الكائن الحي.

• يعمل الجهاز المناعي من خلال نظامين، هما :

① المناعة الفطرية أو الموروثة Innate immunity

② المناعة المكتسبة أو التكيفية Acquired (adaptive) immunity

وهذان النظامان المناعيان يعملان يتعاون وتنسيق مع بعضهما لأن المناعة الفطرية أساسية لأداء المناعة المكتسبة عملها بنجاح والعكس صحيح، وهذا الترابط يسمح للجسم بالتعامل مع الكائنات الممرضة بنجاح.

المناعة في النبات

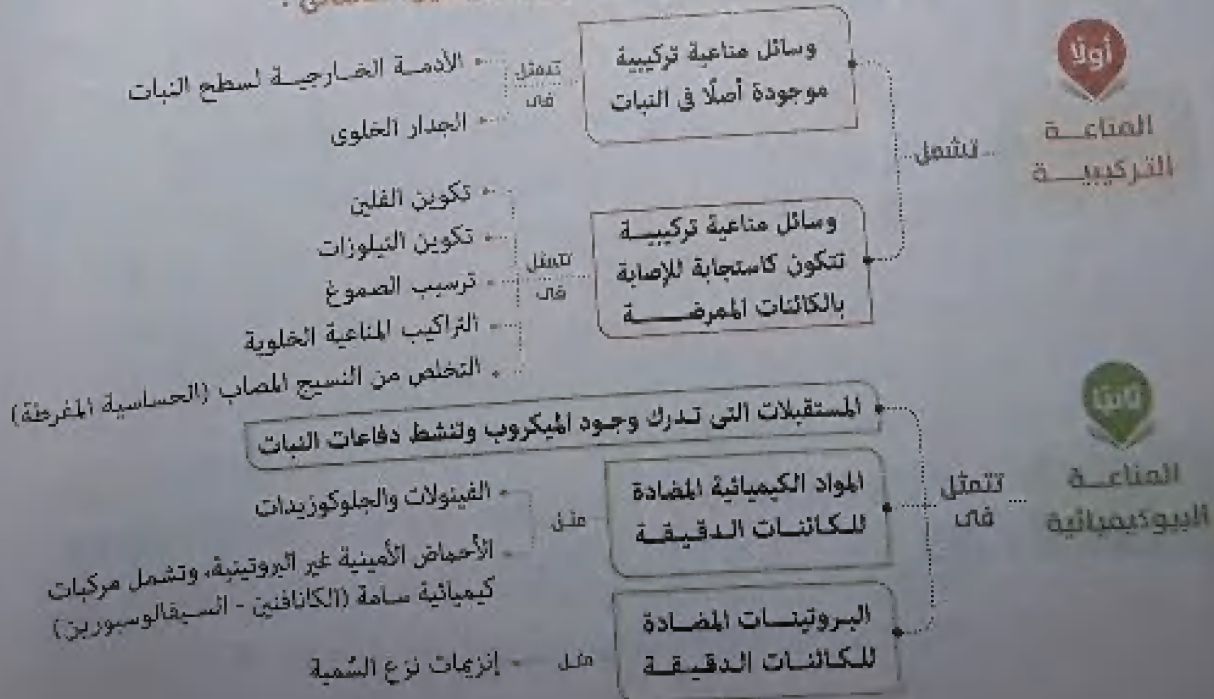
مسببات المرض والموت عند النبات

* تنحصر مسببات المرض والموت عند النباتات في ثلاثة مسببات رئيسية، هي :

المسبب	أمثلة	التأثير الضار
١ الأمعاء الخطرة	* حيوانات الرعي. * الفطريات. * الفيروسات إلخ.	غالبًا ما ينشأ عنها أضرارًا بالغة قد تؤدي بحياة النبات أو تسبب له أمراضًا خطيرة
٢ الظروف غير الملائمة	* الحرارة العالية. * نقص أو زيادة الماء. * نقص العناصر الغذائية. * التربة غير الملائمة ... إلخ.	ينشأ عنهما أضرارًا يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب، إلا أن بعض عناصر المواد السامة قد تكون قاتلة للنبات
٣ المواد السامة	* الدخان. * المبيدات الحشرية. * المواد المتدفقة من المصانع وغيرها إلى الأنهار ومياه الري.	

طرق المناعة في النبات Plant immunity

* تحمي النباتات نفسها من الكائنات الممرضة بطريقتين، كالتالي :





أولاً المناعة التركيبية Structural immunity

تحمي النباتات نفسها بإنجاز بعض الآليات من خلال تراكيب تمتلكها فيما يعرف بـ «المناعة التركيبية».

حواجز (تراكيب) طبيعية يمتلكها النبات وتمثل خط الدفاع الأول لمنع دخول مسببات المرضية إلى النبات وانتشارها بداخله.

تتضمن المناعة التركيبية نوعان من الآليات (الوسائل) المناعية، كالتالي :

١ الوسائل المناعية التركيبية الموجودة أصلاً (سلفاً) في النبات

• تمثل الأدمة الخارجية لسطح النبات حائط الصد الأول في مقاومة مسببات



طبقة شمعية

المرض حيث إن الأدمة تتميز بوجود بعض التراكيب المناعية التي تغطيها أو تكسوها، مثل :

- الطبقة الشمعية التي تمنع استقرار الماء عليها فلا تتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا.

- الشعيرات أو الأشواك التي تمنع :

• تجمع الماء مما يقلل من فرص الإصابة بالأمراض.

• أكل النبات من بعض حيوانات الرعي.



شعيرات

الأدمة الخارجية لسطح النبات



جدار خلوي

• يمثل الجدار الخلوي الواقى الخارجى للخلايا خاصة خلايا طبقة البشرة الخارجية حيث إنه يتרכب بصفة أساسية من السليلوز وبعد تغلظه باللجنين يصبح صلباً مما يصعب على الكائنات المرضية اختراقه.

٢ الجدار الخلوي

ب الوسائل المناعية التركيبية الناتجة كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة

١ تكوين الفلين (Formation of Phellem (cork))

- يتكون الفلين لكي يعزل المناطق النباتية التي تعرضت للقطع أو التمزق مما يمنع دخول الكائن الممرض للنبات.

- تتعرض المناطق النباتية للقطع أو التمزق نتيجة :

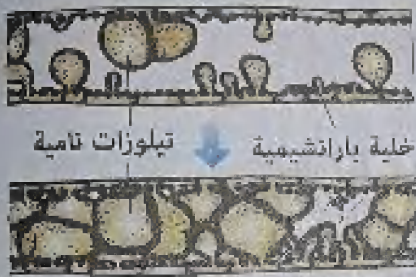
- نمو النبات في السُمك.
- جمع الثمار.
- سقوط الأوراق في الخريف.
- تعدى الإنسان والحيوان.

٢ تكوين التيلوزات (Formation of Tyloses)

• التيلوزات

نموات زائدة تنشأ نتيجة تمدد الخلايا البارانشيمية المجاورة لقصبية الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر.

- تتكون التيلوزات بسبب تعرض الجهاز الوعائي للنبات للقطع أو الغزو من الكائنات الممرضة.
- أهمية التيلوزات : تعيق حركة الكائنات الممرضة إلى الأجزاء الأخرى في النبات.



تكوين التيلوزات



ترسيب الصمغ

٣ ترسيب الصمغ (Deposition of Gums)

تفرز النباتات المصابة بجروح أو قطوع مادة الصمغ حول مواضع الإصابة حتى تمنع دخول الميكروبات داخل النبات من خلال الأجزاء المجروحة أو المقطوعة.

٤ التراكيب المناعية الخلوية (Cellular immune structures)

• التراكيب المناعية الخلوية

تراكيب خلوية في النبات تحدث بها بعض التغيرات الشكلية نتيجة غزو الكائنات الممرضة للنبات.

- من أمثلتها :

- انتفاخ الجدر الخلوية لخلايا البشرة وتحت البشرة أثناء الاختراق المباشر للكائن الممرض مما يؤدي إلى تثبيط اختراقه لتلك الخلايا.
- إحاطة خيوط الغزل الفطري المهاجمة للنبات بغلاف عازل حتى يمنع انتقاله من خلية إلى أخرى.



التخلص من التسبب المصاب (الحساسية المفرطة) :

يقوم النبات بالتخلص من الكائن الممرض عن طريق قتل أنسجته المصابة وذلك لمنع انتشار الكائن الممرض منها إلى أنسجته السليمة.

ثانياً المناعة البيوكيميائية Biochemical immunity

المناعة البيوكيميائية :

استجابات النبات لإفراز مواد كيميائية ضد الكائنات الممرضة.

تتضمن المناعة البيوكيميائية الآليات المناعية التالية :

١ المستقبلات Receptors التي تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات :

- هي مركبات توجد في النباتات السليمة والمصابة إلا أن تركيزها يزداد في النباتات عقب الإصابة.

- وظائفها :

(١) إدراك وجود الميكروب.

(٢) تنشيط دفاعات النبات بتحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة فيه.

٢ مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة Antimicrobial chemicals :

- هي مركبات تفرزها بعض النباتات لمقاومة الكائنات الممرضة، وهي قد :

• تكون موجودة أصلاً في النبات قبل حدوث الإصابة.

• تؤدي الإصابة إلى تكوينها (أي تتكون بعد مهاجمة الكائن الممرض للنبات).

- أمثلة :

(١) الفينولات والجلوكوزيدات Phenols and Glycosides :

هي مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات الممرضة (مثل البكتيريا) أو تثبط نموها.

(٢) أحماض أمينية غير بروتينية Non-protein amino acids :

هي أحماض أمينية لا تدخل في بناء البروتينات في النبات ولكنها تعمل كمواد

واقية له حيث إنها تشمل مركبات كيميائية سامة للكائنات الممرضة، مثل :

الكانافين Canavanine، السيفالوسبورين Cephalosporin

٣ بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة Antimicrobial proteins :

- هي بروتينات غير موجودة أصلاً بالنبات ولكنه يستحث إنتاجها نتيجة الإصابة.

- وظائفها : تتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها إلى مركبات

غير سامة للنبات.

- **مثال :** إنزيمات نزع السُّمية Detoxifying enzymes، هي إنزيمات تنتجها النباتات

أحياناً لكي تقوم بالتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتبطل سُميتها.

* بالإضافة لما سبق نجد أن بعض النباتات تقوم بتعزيز وتقوية دفاعاتها بعد الإصابة حتى تحمي نفسها من أي إصابة جديدة وذلك لاستمرار وجود المواد الكيميائية التي تكونت نتيجة حدوث الإصابة.

* **مما سبق يمكن عقد المقارنة التالية :**

المناعة البيوكيميائية في النبات

* استجابات النبات لإفراز مواد كيميائية ضد الكائنات الممرضة.

* تتضمن الآليات المناعية التالية :

١ المستقبلات التي تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات.

٢ المواد الكيميائية المضادة للكائنات الدقيقة،
مثل :

- الفينولات والجلوكوزيدات.

- الأحماض الأمينية غير البروتينية.

٣ البروتينات المضادة للكائنات الدقيقة،
مثل :

- إنزيمات نزع السُّمية.

المناعة التركيبية في النبات

* حواجز (تراكيب) طبيعية يمتلكها النبات

وتمثل خط الدفاع الأول لمنع دخول مسببات

الممرضة إلى النبات وانتشارها بداخله.

* تتضمن نوعان من الآليات المناعية، هما :

١ الوسائل المناعية التركيبية الموجودة

أصلاً في النبات، وهي تتمثل في :

- الأدمة الخارجية لسطح النبات.

- الجدار الخلوي.

٢ الوسائل المناعية التركيبية الناتجة

كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة،

وهي تتمثل في :

- تكوين الفلين.

- تكوين التيلوزات.

- ترسيب الصمغ.

- التراكيب المناعية الخلوية.

- التخلص من النسيج المصاب

(الحساسية المفرطة).



دور الإنسان في حماية النبات من الكائنات الممرضة

يمثل النبات أهمية كبرى للإنسان لذلك يستعمل طرقاً ويستحدث وسائل تعمل على حماية ووقاية النباتات من الأمراض، مثل :

- ١ استعمال مبيدات للقضاء على الأعشاب الضارة.
- ٢ مقاومة الحشرات بطرق مختلفة.
- ٣ حث النباتات على مقاومة الأمراض النباتية فيما يعرف بـ «المناعة المكتسبة».
- ٤ إنتاج سلالات نباتية مقاومة للأمراض والحشرات عن طريق :
- التربية النباتية (Breeding).

أو

- استخدام الهندسة الوراثية.

ملحوظة

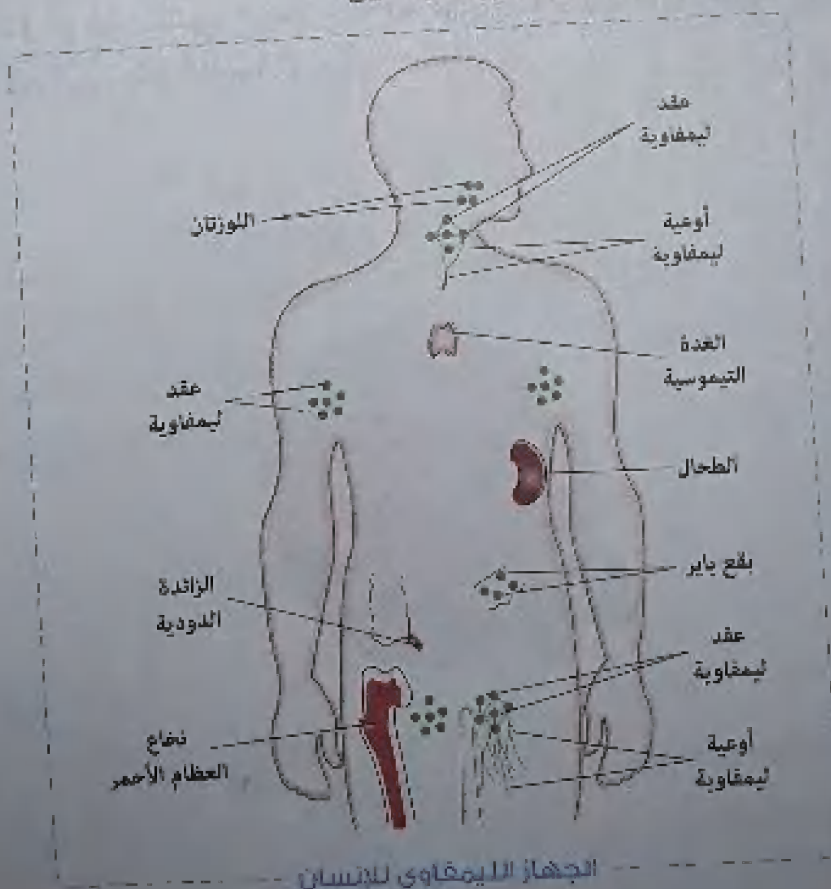
يمكن أن تنتقل مركبات تنشيط الحماية والمقاومة من خلية لأخرى وبطريقة منتظمة من خلال جهاز النقل في النبات الذي يقابل الأوعية الدموية في الحيوانات.



Human Immune System الجهاز المناعي في الإنسان

* هو جهاز متناثر الأجزاء في أنحاء الجسم أي أن أجزائه متفرقة لا ترتبط مع بعضها بصورة تشريحية متتالية كما في الجهاز (الهضمي - الدوري - التنفسي).
وبالرغم من ذلك فإن أجزائه تتفاعل وتتعاون مع بعضها بصورة متناسقة لذلك يعتبر من الناحية الوظيفية وحدة واحدة.

* يطلق على بعض أعضاء الجهاز المناعي «الأعضاء الليمفاوية» لأنها تعد موطن للخلايا الليمفاوية وهي المكونات الرئيسية للجهاز الليمفاوي.



الجهاز الليمفاوي للإنسان



تركيب الجهاز المناعي في الإنسان



الأعضاء الليمفاوية Lymphoid organs

- يتم في الأعضاء الليمفاوية نضج وتمايز الخلايا الليمفاوية، لذلك فهي تحتوي على أعداد غفيرة من الخلايا الليمفاوية.
- من أهم الأعضاء الليمفاوية ما يلي :

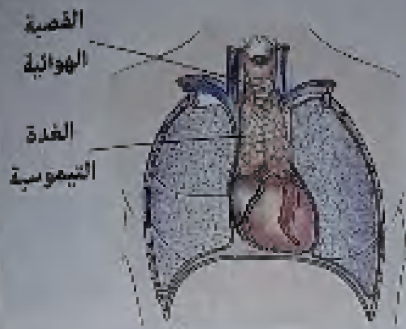
• **مكان وجوده** : نسيج يوجد داخل :

- العظام المسطحة، مثل :
 - الترقوة.
 - القص.
 - الجمجمة.
 - العمود الفقري.
 - الضلوع.
 - الكتف.
 - الحوض.
- رؤوس العظام الطويلة كعظام الفخذ والساق والعضد.

• **وظيفته** : إنتاج خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء وصفائح الدم.

①
لخاع العظام
Bone marrow

* **مكان وجودها** : تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب وخلف عظمة القص.



* **وظيفتها** : إفراز هرمون التيموسين

Thymosin الذي يحفز نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا التائية (T) وتمايزها إلى أنواعها المختلفة داخل الغدة التيموسية.

٢
الغدة التيموسية
Thymus gland

* غدتان ليمفاويتان.



* **مكان وجودهما** : تقعان على جانبي

الجزء الخلفي من الفم.

* **وظيفتهما** : التقاط أي ميكروب أو جسم

غريب يدخل مع الطعام أو الهواء وتمنع دخوله إلى الجسم، وبذلك تعمل على حماية الجسم.

٣
اللوزتان
Tonsils

* عضو ليمفاوي صغير لا يزيد حجمه عن قبضة اليد لونه أحمر قاتم.

* **مكان وجوده** : يقع في الجانب العلوي الأيسر من تجويف البطن.

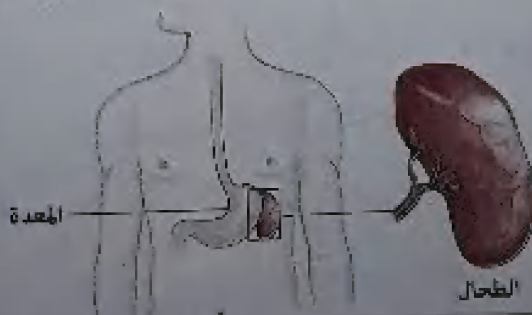
* **وظيفته** : يلعب دوراً هاماً في مناعة الجسم نظراً لاحتوائه على الكثير من

١ **الخلايا البلعمية الكبيرة** : وهي نوع من خلايا الدم البيضاء تقوم بـ

- التقاط الميكروبات أو الأجسام الغريبة أو الخلايا الجسدية الهرمة (المسنة) ككريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم.

- حمل المعلومات عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة.

٢ **الخلايا الليمفاوية** : وهي نوع آخر من خلايا الدم البيضاء.



٤
الطحال
Spleen



الدرس الثاني

- * عقد صغيرة من الخلايا الليمفاوية تتجمع على شكل طلع أو بقع.
- * **مكان وجودها** : تنتشر في الغشاء المخاطي للبطن للجزء السفلي من الأمعاء الدقيقة.
- * **وظيفتها** : وظيفتها الكاملة غير معروفة ولكنها تلعب دوراً في الاستجابة المناعية ضد الكائنات الحية الدقيقة التي تدخل الأمعاء وتسبب الأمراض.

بقع باير
Peyer's
patches

- * **حجمها** : يتراوح حجمها بين رأس الدبوس وبذرة الفول الصغيرة.
- * **مكان وجودها** : تتواجد على طول شبكة الأوعية الليمفاوية الموجودة في جميع أجزاء الجسم، مثل :

- تحت الإبطين.
- على جانبي العنق.
- أعلى الفخذ.
- بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية.

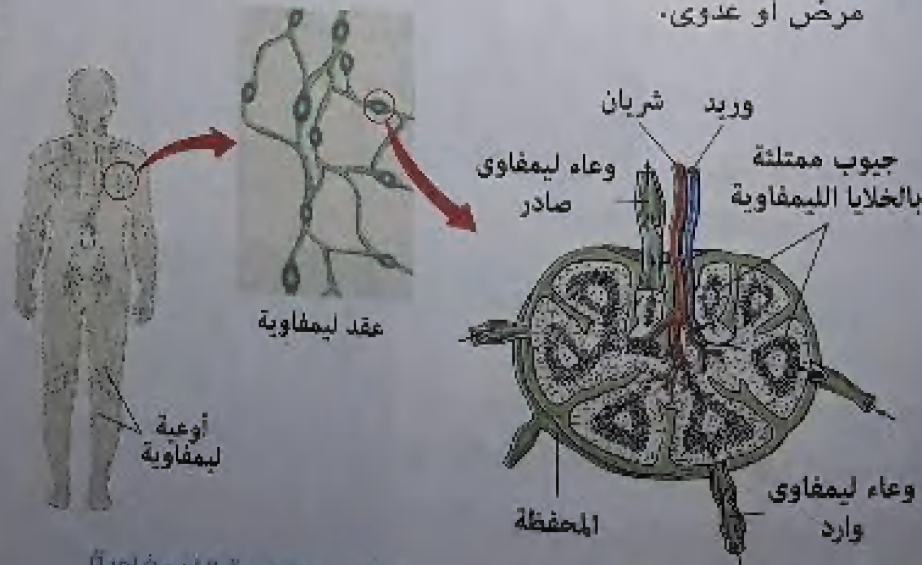
* تركيبها :

- تنقسم العقدة الليمفاوية من الداخل إلى جيوب تعتلئ بـ :
- ١ الخلايا الليمفاوية البائية (B).
- ٢ الخلايا الليمفاوية التائية (T).
- ٣ الخلايا البلعمية الكبيرة وبعض أنواع من خلايا الدم البيضاء الأخرى التي تخلص الليمف مما به من جراثيم وحطام الخلايا.
- يتصل بكل عقدة ليمفاوية عدة أوعية ليمفاوية تنقل الليمف إليها من الأنسجة لترشحها وتخلصه مما يعلق به من مسببات الأمراض الغريبة عن الجسم.

* وظيفتها :

- ١ تنقي الليمف من أي مواد ضارة أو ميكروبات.
- ٢ تحتزن خلايا الدم البيضاء (الخلايا الليمفاوية) التي تساعد في محاربة أي مرض أو عدوى.

العقد الليمفاوية
Lymphatic
nodes



العقد والأوعية الليمفاوية

تشريح العقدة الليمفاوية

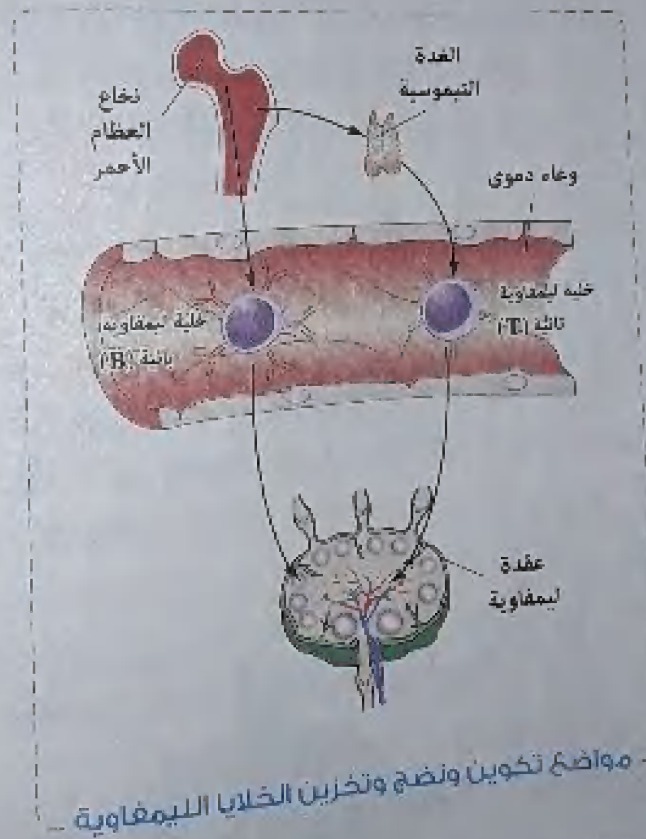
ثانياً الخلايا الليمفاوية Lymphocytes



خلية ليمفاوية

• هي نوع من خلايا الدم البيضاء غير المحببة.
• **نسبتها** : تشكل حوالي ٢٠ : ٣٠٪ من خلايا الدم البيضاء بالدم.
• **مكان تكوينها** : تتكون جميع الخلايا الليمفاوية في نخاع العظام الأحمر.

• **قدرتها المناعية** : في بداية تكوين الخلايا الليمفاوية لا يكون لها أي قدرة مناعية ولكنها تمر بعملية نضوج وتمايز في الأعضاء الليمفاوية لتتحول بعدها إلى خلايا ذات قدرة مناعية.
• **وظيفتها** : تدور في الدم باحثة عن أي ميكروب أو جسم غريب فتتشغل ألياتها الدفاعية والمناعية للتخلص من ضرر هذه الميكروبات الممرضة التي تحاول غزو الجسم والتكاثر والانتشار فيه، وتخریب أنسجته، وتعطيل وظائفه الحيوية الفسيولوجية.



أضف إلى معلوماتك

سميت الخلايا الليمفاوية التائية (T) بهذا الاسم لأنها تنضج في الغدة التيموسية (Thymus gland)، بينما سميت الخلايا الليمفاوية البائية (B) بهذا الاسم لأن تم اكتشافها لأول مرة في غدة موجودة بالطيور اكتشفها العالم فابريشس وسميت باسمه بعدها (Bursa of Fabricius).



النوعان : يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا الليمفاوية في الدم، كما يوضح الجدول التالي :

- * **نسبتها :** تشكل حوالي ١٠ : ١٥ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم.
- * **مكان تكوينها ونضجها :** يتم إنتاجها ونضجها في نخاع العظام الأحمر.
- * **وظيفتها :** التعرف على أى ميكروبات أو مواد غريبة عن الجسم (مثل البكتيريا أو الفيروسات)، والالتصاق بها ثم إنتاج أجسام مضادة Antibodies لها لتقوم بتدميرها.

١
الخلايا البائية
B-cells

- * **نسبتها :** تشكل حوالي ٨٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم.
- * **مكان تكوينها ونضجها :** تتكون في نخاع العظام الأحمر ويتم نضجها في الغدة التيموسية.

* **أنواعها :** تنمى إلى ثلاثة أنواع، هي :

١) **الخلايا التائية المساعدة (T_H) Helper T-cells :**

وظيفتها :

(١) تنشط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية، وتحفزها للقيام باستجاباتها المناعية.

(٢) تحفز الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة.

٢) **الخلايا التائية السامة «القاتلة» (T_C) Cytotoxic T-cells :**

وظيفتها : تهاجم الخلايا الغريبة عن الجسم، مثل الخلايا السرطانية والأعضاء المزروعة وخلايا الجسم المصابة بالفيروس.

٣) **الخلايا التائية المثبطة «الكابحة» (T_S) Suppressor T-cells :**

وظيفتها :

(١) تنظم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب.

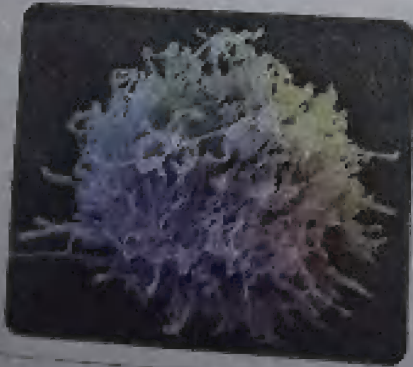
(٢) تثبط أو تكبح عمل الخلايا البائية (B) والتائية (T)

بعد القضاء على الكائن الممرض.

٢
الخلايا التائية
T-cells



- * **نسبتها :** تشكل حوالي ٥ : ١٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم.
- * **مكان تكوينها ونضجها :**



يتم إنتاجها ونضجها في نخاع العظام الأحمر.

* **وظيفتها :** مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات التي تفرزها.

٣
الخلايا
القاتلة الطبيعية
Natural
killer cells
(NK)



خلايا الدم البيضاء الأخرى White Blood Cells

4

ثالثاً

* تنقسم إلى أربعة أنواع أساسية كالتالي :

الوظيفة	الشكل	نوع الخلايا
• مكافحة العدوى خاصة العدوى البكتيرية والالتهابات وذلك لأنها :		1 الخلايا القاعدية Basophils
1 تحتوي على حبيبات تقوم بتفتيت خلايا الكائنات الممرضة المهاجمة للجسم لذا تسمى بالخلايا المحببة.		2 الخلايا الحامضية Eosinophils
2 تقوم ببلعمة (ابتلاع وهضم) الكائنات الممرضة.		3 الخلايا المتعادلة Neutrophils
1 تدمير الأجسام الغريبة. 2 تتحول إلى خلايا بلعمية عند الحاجة، والتي تلتهم بدورها الكائنات الغريبة عن الجسم.		4 الخلايا وحيدة النواة Monocytes «خلايا غير محببة»

ملحوظة !

- * خلايا الدم البيضاء القاعدية والحامضية والمتعادلة :
- يمكن التمييز بينها عن طريق حجمها وشكل النواة ولون الحبيبات الظاهرة بداخلها تحت المجهر.
- تبقى بالدورة الدموية لفترة قصيرة نسبياً تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أيام.

رابعاً الخلايا البلعمية الكبيرة Macrophages

* أنواعها :

تشمل الخلايا البلعمية الكبيرة نوعين أساسيين، هما :



خلية بلعمية كبيرة



الدرس الثاني

* **أماكن تواجدها** : تتواجد في معظم أنسجة الجسم، ولذلك تسمى بأسماء مختلفة حسب النسيج الموجودة فيه.

* **وظائفها** : تتأهب لالتهام أي جسم غريب يتواجد بالقرب منها بعملية البلعمة حيث تقوم بالتقاط الميكروبات أو الأجسام الغريبة أو الخلايا الجسدية الهرمة (المسنة) ككريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم.

1
الخلايا البلعمية
الكبيرة الثابتة

* **وظائفها** : تقوم بـ :

- 1 التهام الأجسام الغريبة (عملية البلعمة).
- 2 حمل المعلومات التي تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقديمها للخلايا المناعية المتخصصة الموجودة في العقد الليمفاوية المنتشرة في الجسم والتي تقوم بتجهيز الوسائل الدفاعية المناسبة مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة التي ستتعامل مع الميكروبات.

2
الخلايا البلعمية
الكبيرة الدوارة
(الجوالّة)

خامساً المواد الكيميائية المساعدة Assistant chemicals

* هي مواد تتعاون وتساعد الآليات المتخصصة للجهاز المناعي في عملها.
* **أنواعها** : تتنوع المواد الكيميائية المساعدة، ومنها ما يلي :

* **وظائفها** : تمثل عوامل جذب للخلايا المناعية البلعمية المتحركة مع الدم بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات أو الأجسام الغريبة وذلك للحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض.

1
الكيموكينات
Chemokines

* **وظائفها** :

- 1 تعمل كأداة اتصال أو ربط بين خلايا الجهاز المناعي المختلفة.
- 2 تعمل كأداة اتصال أو ربط بين الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى.
- 3 مساعدة الجهاز المناعي في أداء وظيفته الدفاعية.

2
الإنترليوكينات
Interleukins

* هي مجموعة متنوعة من البروتينات والإنزيمات.

* **وظائفها** : تدمير الميكروبات الموجودة بالدم بعد ارتباط هذه المتكلمات بالأجسام المضادة عن طريق تحليل الأنثيبيينات الموجودة على سطح الميكروبات وإذابة محتوياتها لجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لكي تلتهمها وتقضي عليها.

3
سلسلة المتكلمات
(المكملات)
Complements

« هي عبارة عن عدة أنواع من البروتينات تنتج بواسطة خلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات، وهي غير متخصصة بفيروس معين. **وظيفتها:** منع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم حيث إنها ترتبط بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة (التي لم تصب بالفيروس) وتحثها على إنتاج نوع من الإنزيمات يعمل على تثبيط عمل إنزيمات نسخ الحمض النووي للفيروس.

الإنترفيرونات Interferons

سادسًا الأجسام المضادة Antibodies

« **الأجسام المضادة** - مواد بروتينية تسمى بـ «الجلوبيولينات المناعية (Ig) Immunoglobulins» وتظهر على شكل حرف (Y).

تذكران

- « الليمف هو سائل يترشح من بلازما الدم أثناء مروره في الأوعية الدموية.
- « يحتوي الليمف على جميع مكونات البلازما بالإضافة إلى عدد كبير من خلايا الدم البيضاء.

« **أماكن تواجدها:** توجد بالدم والليمف في الحيوانات الفقارية والإنسان.

« **مصدرها:** يتم إنتاج الأجسام المضادة بواسطة الخلايا البائية البلازمية.

« **وظيفتها:** تقوم الأجسام المضادة وجزئيات المتممات بالالتصاق بالأجسام الغريبة (كالبكتيريا) لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لكي تلتهمها وتقضي عليها.

« **كيفية تكوينها:**

١ « يوجد على سطح الأجسام الغريبة (كالبكتيريا) التي تغزو أنسجة الجسم مركبات تسمى «مولدات الضد أو المستضدات أو أنتيجينات Antigens».

٢ « تقوم الخلايا المناعية البائية (B) بالتعرف على هذه الأجسام والمكونات الغريبة عن الجسم عن طريق ارتباط المستقبلات الموجودة على سطح الخلايا البائية (B) بالأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروبات.

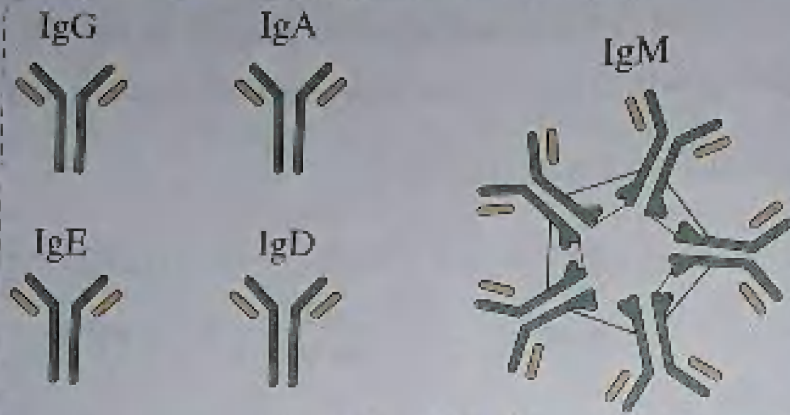
٣ « تتحول الخلايا البائية (B) إلى خلايا بائية متخصصة تسمى الخلايا البائية البلازمية التي بدورها تقوم بإنتاج الأجسام المضادة التي تدور مع مجرى الدم والليمف وهي مصممة لتضاد الأجسام الغريبة عن الجسم.



ملحوظة

عندما تصادف الخلايا الليمفاوية البائية (B) الأنتيجينات لأول مرة تقوم بالانقسام المتكرر لتكوين مجموعات من الخلايا البائية البلازمية متخصصة كل مجموعة منها لإنتاج نوع واحد من الأجسام المضادة متخصصة لتضاد نوع واحد من الأنتيجينات التي توجد على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى القريبة من الجسم، مما يعني أن الأجسام المضادة متخصصة فلكل جسم مضاد أنتيجين معين يرتبط به.

والواقع : خمسة أنواع هي :



أنواع الأجسام المضادة

1 IgM

2 IgA

3 IgG

4 IgE

5 IgD

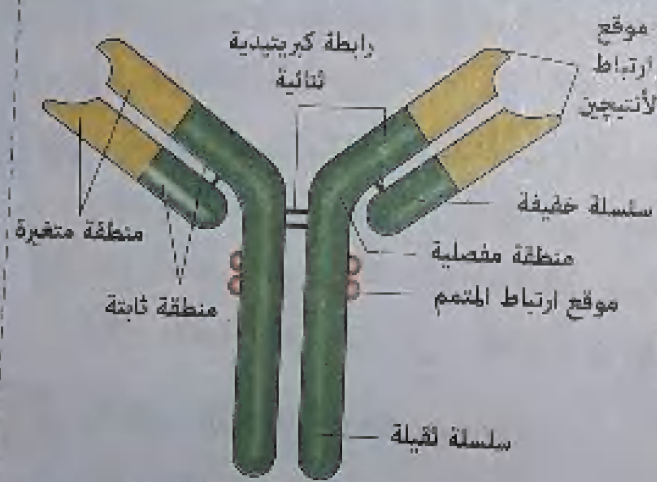
تركيب الجسم المضاد

* يتكون الجسم المضاد من زوجين من

السلاسل البروتينية :

- سلسلتان طويلتان، تسميان بالسلاسل الثقيلة.
- سلسلتان قصيرتان، تسميان بالسلاسل الخفيفة.

وترتبط السلاسل مع بعضها عن طريق روابط كبريتيدية ثنائية.



تركيب الجسم المضاد

* تتكون السلاسل البروتينية من منطقتين :

1 منطقة متغيرة (الجزء المتغير) تمثل موقع ارتباط الجسم المضاد بالأنتيجين ،

- لكل جسم مضاد موقعان متماثلان للارتباط بالأنتيجين.
- يختلف شكل هذه المواقع من جسم مضاد لآخر نظراً لاختلاف تشكيل الأحماض الأمينية (تتابعها وأنواعها وشكلها الفراغي) المكونة للسلسلة الببتيدية في هذا الجزء التركيبي والتي تحدد تخصص كل جسم مضاد لنوع واحد من الأنتيجينات.

- تساعد هذه المواقع على حدوث الارتباط المحدد بين الأنتيجين والجسم المضاد الملزم له بطريقة تشبه القفل والمفتاح وذلك لتطابق الجزء المتغير للجسم المضاد مع الأنتيجين كصورة مرآة ويؤدي هذا الارتباط إلى تكوين مركب معقد من الأنتيجين والجسم المضاد. منطقة ثابتة (الجزء الثابت) وهو ثابت في الشكل والتركيب في جميع أنواع الأجسام المضادة.

طرق عمل الأجسام المضادة

- الأجسام المضادة ثنائية الارتباط، بينما الأنتيجينات فلها مواقع ارتباط متعددة مما يجعل الارتباط بين الأجسام المضادة والأنتيجينات أمراً مؤكداً.
- تقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية :

طرق عمل الأجسام المضادة



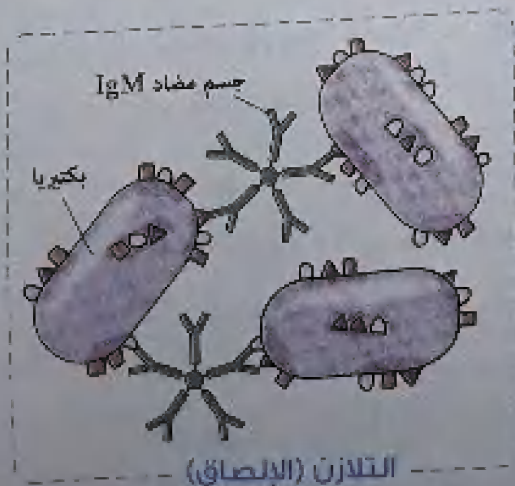
1 Neutralization التعادل

- من أهم وظائف الأجسام المضادة هي مقاومة الفيروسات هي تحييد الفيروسات وإيقاف نشاطها، عن طريق :

- 1 ارتباط الأجسام المضادة بالأغلفة الخارجية للفيروسات وبذلك تمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانتشار أو النفاذ إلى داخلها.
- 2 منع الحمض النووي (المادة الوراثية) للفيروسات من الخروج من الخلايا المصابة والتناسخ بقاء غلافها مغلقاً، وذلك في حالة اختراق الفيروسات لغشاء الخلية.

2 Agglutination (اللتزان (الإلصاق)

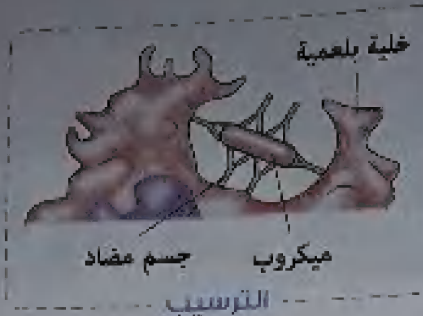
- تحتوي بعض الأجسام المضادة مثل الجسم المضاد IgM على العديد من مواقع الارتباط مع الأنتيجينات يؤدي ذلك إلى ارتباط الجسم المضاد الواحد بأكثر من ميكروب، وبالتالي تتجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفاً وعرضة للالتهام بالخلايا البلعمية.



(اللتزان (الإلصاق)



الترسيب Precipitation



يحدث عادةً في الأنتيجينات الذائبة حيث يؤدي ارتباط الأجسام المضادة مع هذه الأنتيجينات إلى تكوين مركبات غير ذائبة على شكل راسب من الأنتيجين والجسم المضاد، وبالتالي يسهل على الخلايا البلعمية التهام هذا الراسب (تحفيز عملية البلعمة).

التحلل Lysis

يعمل اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيجينات على تنشيط بروتينات وإنزيمات خاصة تسمى «المتممات Complements».

تقوم المتممات بتحليل أغلفة الأنتيجينات وإذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية.

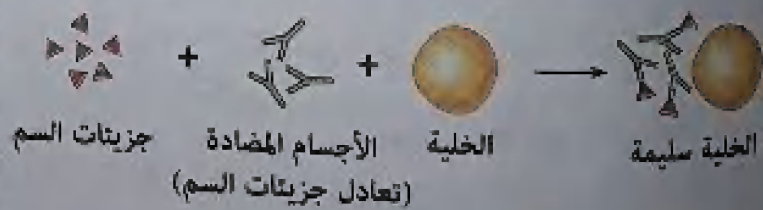
إبطال مفعول السموم Antitoxin

تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالسموم مكونة مركبات من الأجسام المضادة والسموم.

تقوم المركبات (المكونة من ارتباط الأجسام المضادة بالسموم) بتنشيط المتممات فتتفاعل مع السموم تفاعلاً متسلسلاً يؤدي إلى إبطال مفعولها كما يساعد على التهامها من قبل الخلايا البلعمية.



في حالة عدم وجود الأجسام المضادة



في حالة وجود الأجسام المضادة

إبطال مفعول السموم





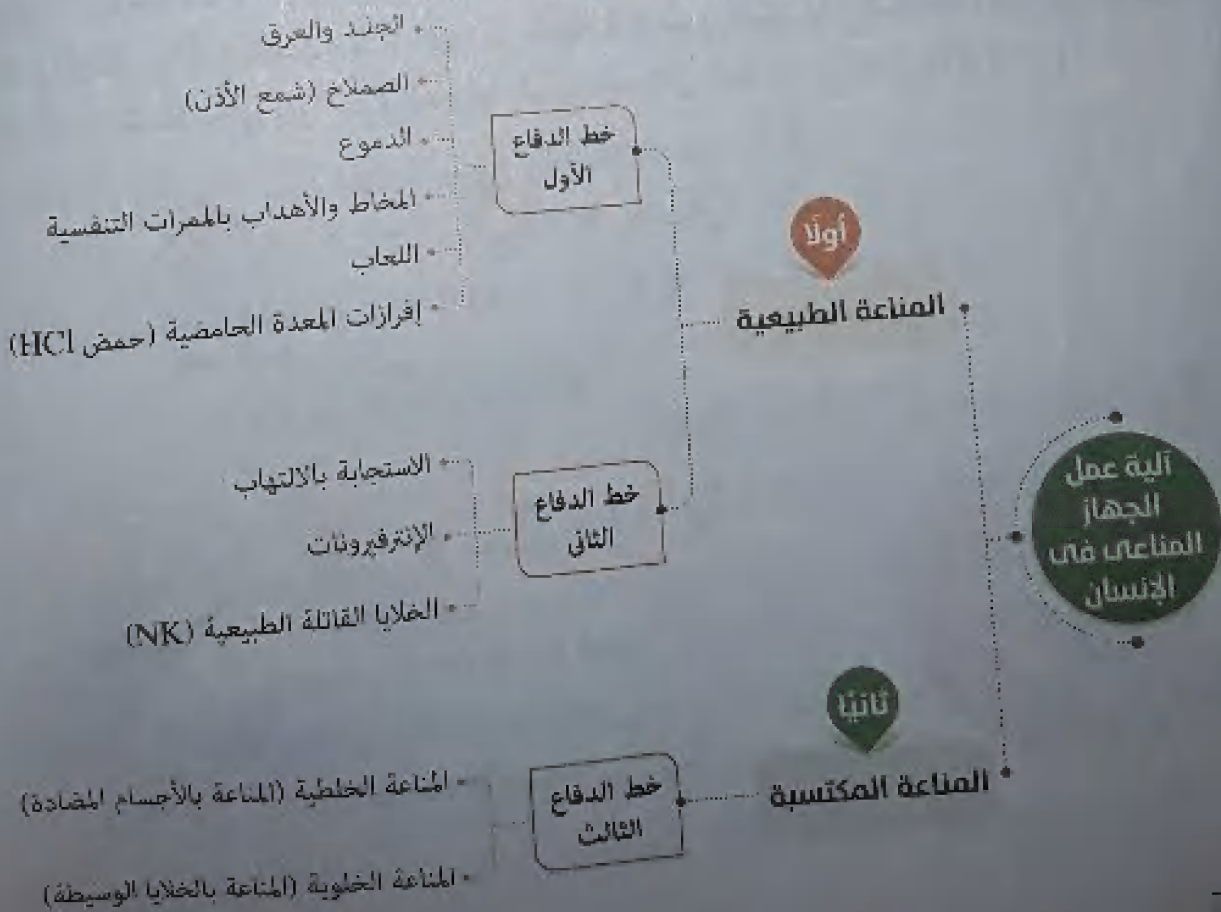
4 الفصل الحرس الثالث

آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان

• يعمل الجهاز المناعي وفق نظامين مناعيين، هما :

١. المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية).
٢. المناعة المكتسبة (المخصصة أو التكيفية).

• بالرغم من اختلاف هذين النظامين عن بعضهما، إلا أنهما يعملان بتعاون وتنسيق معاً إذ أن المناعة الفطرية أساسية لأداء عمل المناعة المكتسبة بنجاح والعكس صحيح، فكل نظام مناعي يعمل وفق آليات مختلفة تقوم بتنشيط رد الفعل المناعي للنظام المناعي الآخر مما يسمح للجسم بالتعامل مع الكائنات الممرضة (مسببات المرض) بنجاح.





المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية) Natural (non-specific or innate) immunity

أولاً

المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية) مجموعة الوسائل الدفاعية التي تحمي الجسم، وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أى ميكروب أو أى جسم غريب يحاول دخول الجسم، وهى غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات.

تمر المناعة الطبيعية بخطى دفاع متتاليين كالتالى :

خط الدفاع الأول

خط الدفاع الأول

مجموعة من الحواجز الطبيعية بالجسم (مثل : الجلد - المخاط - الدموع - العرق - حمض الهيدروكلوريك بالمعدة)، ووظيفتها الأساسية هى منع الكائنات المرضية من دخول الجسم.

وسائل خط الدفاع الأول :

* يتميز بطبقة قرنية صلبة على سطحه تشكل عائقاً منيعاً لا يسهل اختراقه أو النفاذ منه.

١

الجلد

* يحتوى على مجموعة من الغدد العرقية تفرز العرق على سطحه والذي يعتبر سائل مميت لمعظم الميكروبات بسبب ملوحته.

٢

الصملاخ
(شمع الأذن)

* مادة تفرزها الأذن تعمل على قتل الميكروبات التي تدخل الأذن مما يعمل على حمايتها.

٣

الدموع

* سائل يحمي العين من الميكروبات نظراً لاحتواء الدموع على مواد محللة للميكروبات.

٤

المخاط بالمرات
التنفسية

* سائل لزج يبطن جدر الممرات التنفسية وتلتصق به الميكروبات والأجسام الغريبة الداخلة مع الهواء، ثم تقوم الأهداب الموجودة ببطانة الممرات التنفسية بطرد هذا المخاط وما يحمله من ميكروبات وأجسام غريبة إلى خارج الجسم.

٥

اللعاب

* سائل يحتوى على بعض المواد القاتلة للميكروبات بالإضافة إلى بعض الإنزيمات المذيبة لها.

٦

إفرازات المعدة
الحامضية

* تقوم خلايا بطانة المعدة بإنتاج وإفراز حمض الهيدروكلوريك (HCl) القوي الذي يسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام.



ب خط الدفاع الثاني

* يعمل خط الدفاع الثاني إذا ما نجحت الكائنات الممرضة في تخطي وسائل خط الدفاع الأول وقامت بغزو أنسجة الجسم من خلال جرح قطعي بالجلد مثلاً.

خط الدفاع الثاني • نظام دفاعي داخلي يستخدم فيه الجسم طرق وعمليات غير متخصصة متلاحقة تحيط بالميكروبات لمنع انتشارها، وتبدأ هذه العمليات بحدوث التهاب شديد.

الاستجابة بالالتهاب Inflammatory response

تفاعل دفاعي غير تخصصي (غير نوعي) حول مكان الإصابة نتيجة لتلف الأنسجة الذي تسببه الإصابة أو العدوى.

* خطوات عمل خط الدفاع الثاني :

١ عند غزو الميكروبات أو الأجسام الغريبة لأنسجة الجسم يحدث الالتهاب الذي يؤدي إلى حدوث بعض التغيرات في موقع الإصابة حيث تقوم خلايا متخصصة (مثل : الخلايا الصارية Mast cells - خلايا الدم البيضاء القاعدية) بإفراز كميات من مواد كيميائية مولدة للالتهاب، من أهمها «مادة الهستامين Histamine».

٢ تعمل المواد المولدة للالتهاب (مادة الهستامين) على :

- تمدد الأوعية الدموية عند موقع الإصابة إلى أقصى مدى.
- زيادة نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل من الدورة الدموية، وذلك يؤدي إلى :

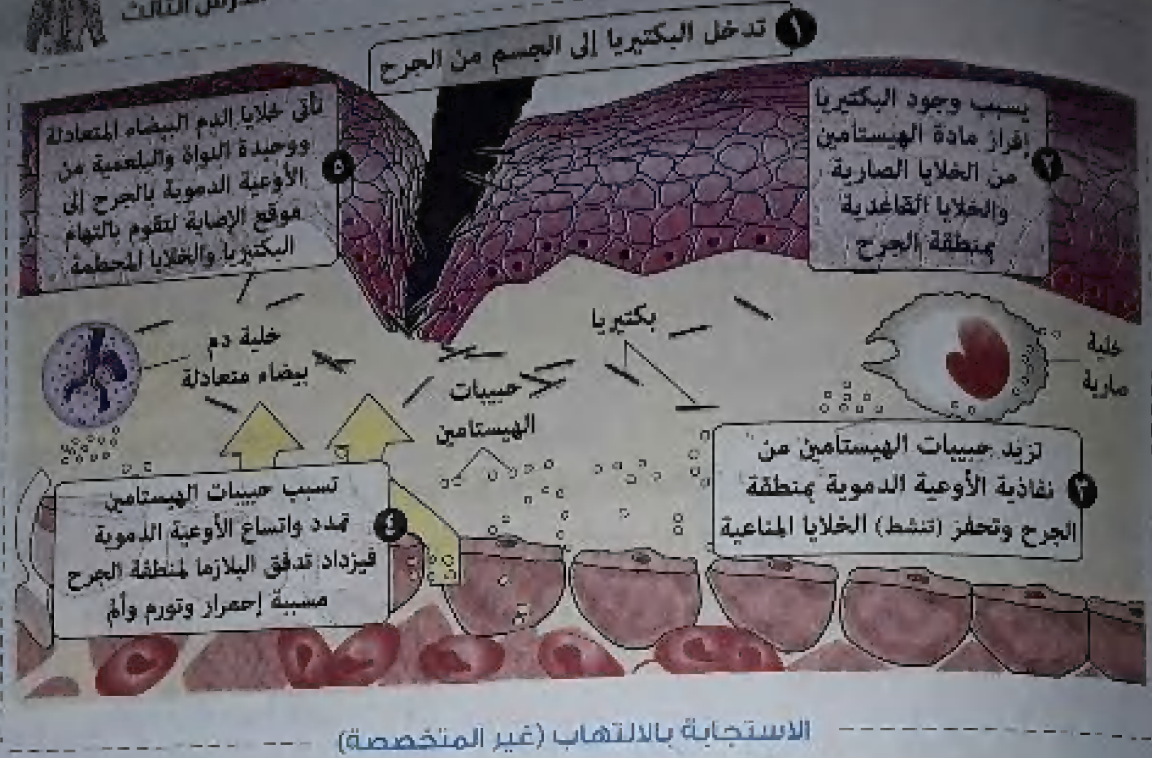
- تورم الأنسجة في مكان الالتهاب.
- السماح بنفاذ المواد الكيميائية المذيبة والقاتلة للبكتيريا بالتوجه إلى موقع الإصابة.
- إتاحة الفرصة لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة وكذلك الخلايا البلعمية الكبيرة لمحاربة وقتل الأجسام الغريبة والميكروبات.

ملحوظة

* هناك مكونان آخران لخط الدفاع الثاني يتواجدان في معظم الأنسجة، هما :
- الإنترفيرونات.
- الخلايا القاتلة الطبيعية (NK).



الدرس الثالث



ثانياً المناعة المكتسبة (المتخصصة أو التكيفية) acquired (Specific or adaptive) immunity

الاستجابة المناعية
سلسلة الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية لمقاومة الكائن المسبب للمرض.

تنشط المناعة المكتسبة في الجسم (خط الدفاع الثالث) إذا ما أخفق خط الدفاع الثاني في التخلص من الجسم الغريب.

يمثل خط الدفاع الثالث في الخلايا الليمفاوية التي تستجيب بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) لمقاومة الكائن المسبب للمرض، وتسمى

هذه الوسائل الدفاعية مجتمعة بـ «الاستجابة المناعية The immune response».

آليات المناعة المكتسبة

تتم المناعة المكتسبة من خلال آليتين منفصلتين شكلياً، لكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض، وهما :

أ المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة.

ب المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة.

وفيما يلي سنتعرض لكل منهما بشيء من التفصيل :

المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة Humoral or antibody - mediated immunity



• المناعة الخلطية - الاستجابة المناعية التي تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية البائية (B) بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات الممرضة (كالبكتيريا والفيروسات) والسموم الموجودة في سوائل الجسم (بلازما الدم والليمف) بواسطة الأجسام المضادة.

* خطوات المناعة الخلطية :

ملحوظة

الخلايا الليمفاوية البائية (B) عالية التخصص لأن كل منها يستجيب لأنتيجين معين واحد فقط.

١ ارتباط الخلايا الليمفاوية البائية (B) بالأنتيجين - عند دخول كائن ممرض حاملاً على سطحه أنتيجين (مستضد) معين إلى الجسم تتعرف عليه الخلية الليمفاوية البائية (B) المختصة به ثم تلتصق به بواسطة المستقبلات المناعية الموجودة على سطحها.

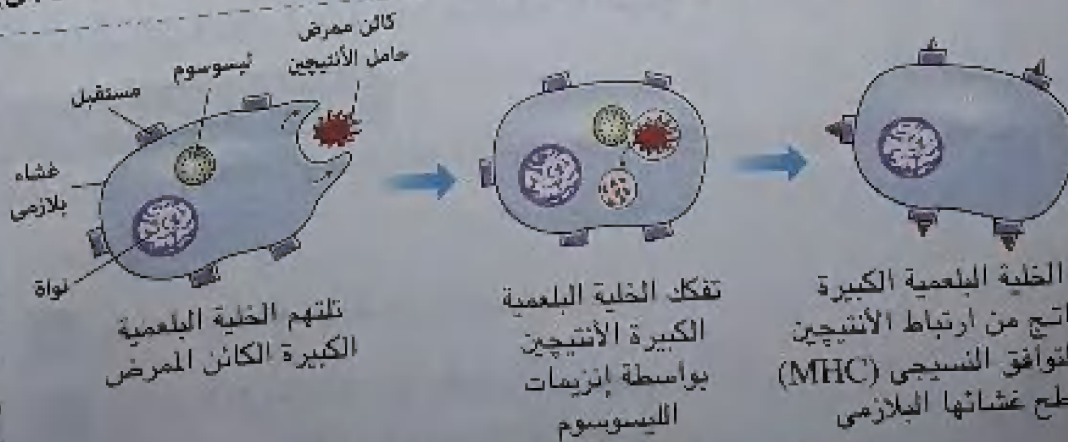
- يرتبط الأنتيجين مع بروتين في الخلايا الليمفاوية البائية (B) يطلق عليه «بروتين التوافق النسيجي (MHC) Major Histocompatibility Complex» - ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي إلى سطح الخلايا الليمفاوية البائية (B).

٢ دور الخلايا البلعمية الكبيرة :

- في نفس الوقت تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاع الأنتيجين وتفكيكه إلى أجزاء صغيرة بواسطة إنزيمات الليسوسوم.

- ترتبط هذه الأجزاء الصغيرة داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجي (MHC).

- ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي (MHC) إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة (أي يتم عرضه على سطحها الخارجي).



دور الخلايا البلعمية الكبيرة في المناعة الخلطية



٣ تنشيط الخلايا التائية المساعدة (T_H)

- تتعرف الخلايا التائية المساعدة (T_H) على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي (MHC) المرتبط معه على سطح الخلية البلعمية الكبيرة.

- ترتبط الخلايا التائية المساعدة (T_H) عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين وبروتين التوافق النسيجي (MHC) لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة نشطة.

- تطلق الخلايا التائية المساعدة النشطة مواد بروتينية تسمى الإنترليوكينات تقوم بتنشيط الخلايا البائية (B) التي تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي (MHC).

ملحوظة

لا تستطيع الخلايا التائية المساعدة (T_H) التعرف على الأنتيجين إلا بعد معالجته بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة وعرضه على غشائها البلازمية مرتبطاً مع جزيئات بروتين التوافق النسيجي (MHC).

٤ إنتاج الأجسام المضادة

تبدأ الخلايا البائية (B) المنشطة عملها بالانقسام والتضاعف، لتتمايز في النهاية إلى نوعين من الخلايا :

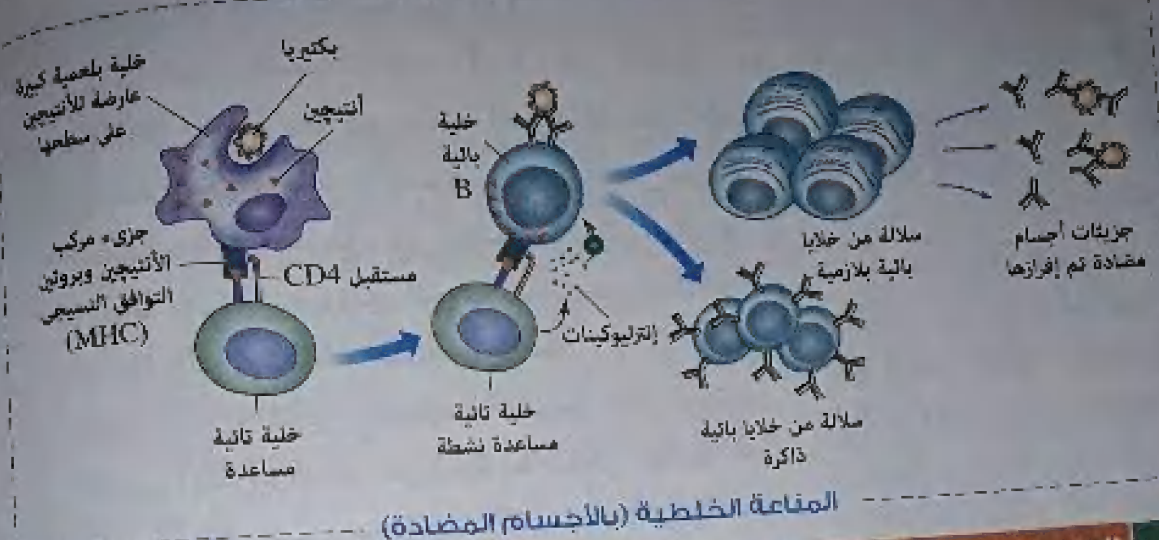
- الخلايا البائية البلازمية Plasma B cells التي تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة التي تدور عبر الأوعية الليمفاوية ومجرى الدم لمحاربة العدوى.
- خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة Memory B cells تبقى في الدم لمدة طويلة (من ٢٠ : ٣٠ سنة) لتتعرف على نفس الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية، حيث تنقسم وتتمايز إلى خلايا بلازمية تفرز أجسام مضادة له وبالتالي تكون الاستجابة سريعة.

٥ تدمير الكائنات الممرضة (الميكروبات)

تصل الأجسام المضادة التي أنتجتها الخلايا البلازمية إلى الدورة الدموية عن طريق الليمف لترتبط بالأنتيجينات الموجودة على سطح الكائنات الممرضة مما يؤثر الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الأنتيجينات من جديد وتستمر هذه العملية لعدة أيام أو أسابيع.

ملحوظة

الأجسام المضادة التي تُكوّنها الخلايا البلازمية غير فعالة في تدمير بعض الخلايا الغريبة مثل الخلايا المصابة بالفيروس وذلك لأن الأجسام المضادة غير قادرة على المرور عبر أغشية الخلايا بسبب جزيئاتها الكبيرة نسبياً، وبالتالي لا تستطيع الوصول إلى الفيروس الذي يتكاثر داخل الخلية، وفي هذه الحالة تتم مقاومة هذه الخلايا الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية التائية (T).



ب المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة Cellular or Cell-mediated immunity



الاستجابة المناعية التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية التائية (T) بواسطة المستقبلات الموجودة على أغشيتها التي تكسبها الاستجابة النوعية للأنتيجينات.

خطوات المناعة الخلوية

١ دور الخلايا البلعمية الكبيرة

- عند دخول الكائن الممرض (البكتيريا أو الفيروسات) إلى الجسم فإن الخلايا البلعمية الكبيرة تقوم بابتلاعه ثم تفكيكه (تفكيك أنتيجين الكائن الممرض) إلى أجزاء صغيرة.
- ترتبط هذه الأجزاء الصغيرة داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجي (MHC).

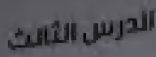
الاستجابة النوعية للأنتيجينات

إنتاج كل خلية تائية (T) أثناء عملية التضخم نوعاً من المستقبلات Receptors الخاصة بغشائها، وبذلك يمكن لكل نوع من المستقبلات الارتباط بنوع واحد من الأنتيجينات.

- ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي (MHC) إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة (أي يتم عرضه على سطحها الخارجي).

٢ تنشيط الخلايا التائية المساعدة (T_H)

- ترتبط الخلايا التائية المساعدة (T_H) عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي (MHC) لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة مُنشطة.

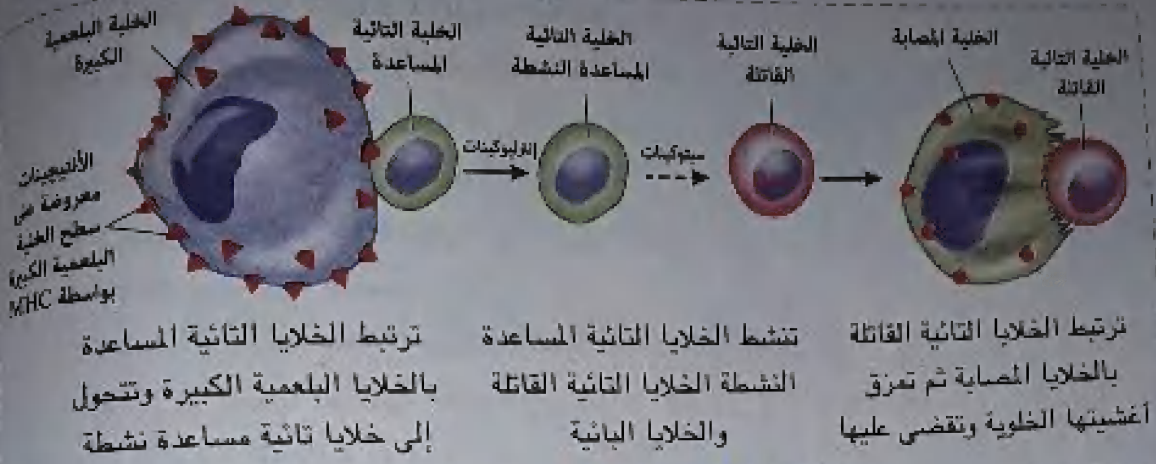


الحسين

تحت

1





دور الخلايا التائية القاتلة في المناعة الخلوية

* تثبيط الاستجابة المناعية :

بعد أن يتم القضاء على الأنتيجينات الغريبة ترتبط الخلايا التائية المثبطة (T_S) بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها مع الخلايا البائية البلازمية والخلايا التائية المساعدة (T_H) والخلايا التائية السامة (T_C) وذلك لتحفيزها على إفراز بروتينات الليمفوكينات **Lymphokins** التي تثبط (تكبح) الاستجابة المناعية أو تعطلها، مما يؤدي إلى :

- توقف الخلايا البائية البلازمية عن إنتاج الأجسام المضادة.
- موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة والسامة المنشّطة.

ملحوظة

بعد تثبيط الاستجابة المناعية تُخزن بعض الخلايا الليمفاوية (البائية البلازمية والتائية المساعدة (T_H) والتائية السامة (T_C)) لتكون مهيأة لمكافحة أي عدوى أخرى عند الحاجة.

مراحل المناعة المكتسبة

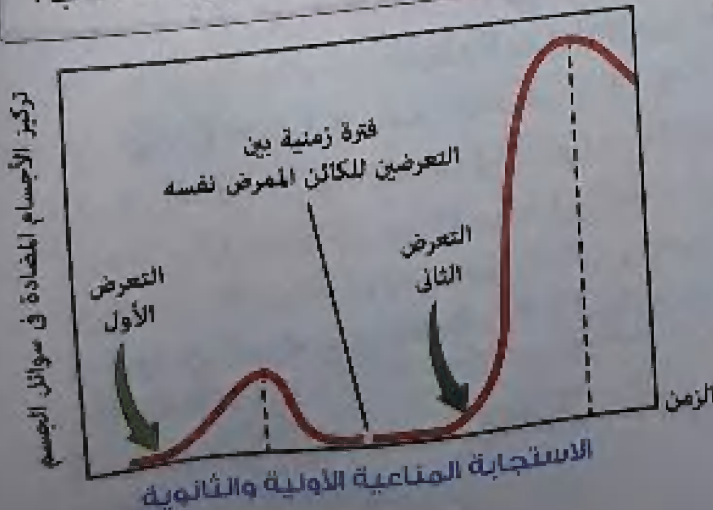
* تحدث المناعة المكتسبة على مرحلتين، هما :

١- المرحلة الأولى :

الاستجابة المناعية الأولية.

٢- المرحلة الثانية :

الاستجابة المناعية الثانوية.





الاستجابة المناعية الثانوية (المناعة الثانوية) Secondary immune response

- * هي استجابة الجهاز المناعي لنفس الكائن الممرض الذي سبق الإصابة به.
- * خلايا الذاكرة هي المسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية لأنها تخزن معلومات عن الأنتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي.
- * الاستجابة المناعية الثانوية استجابة سريعة جداً لأنه غالباً ما يتم تدمير الكائن الممرض قبل أن تظهر أعراض المرض.
- * لا يصاحب الاستجابة المناعية الثانوية ظهور أعراض المرض لأنه يتم تدمير الكائن الممرض بسرعة.
- * تنشط خلالها خلايا الذاكرة التي سبق تكوينها في الاستجابة المناعية الأولية.

الاستجابة المناعية الأولية (المناعة الأولية) Primary immune response

- * هي استجابة الجهاز المناعي لكائن ممرض جديد.
- * الخلايا الليمفاوية البائية والتائية هي المسؤولة عن الاستجابة المناعية الأولية حيث تستجيب لأنتيجينات الكائن الممرض وتهاجمها حتى تقضى عليها.
- * الاستجابة المناعية الأولية استجابة بطيئة لأنها تستغرق وقتاً (ما بين ٥ : ١٠ أيام) للوصول إلى أقصى إنتاجية من الخلايا الليمفاوية البائية والتائية، والتي تكون في حاجة إلى الوقت كي تتضاعف.
- * يصاحب الاستجابة المناعية الأولية ظهور أعراض المرض لأن العدوى تصبح واسعة الانتشار في الجسم.
- * يتكون خلالها خلايا الذاكرة (البائية والتائية) وتبقى كامنة في الدم.

خلايا الذاكرة Memory Cells

• خلايا الذاكرة
نوع من الخلايا تخزن معلومات عن الأنتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي.

- * **أنواعها:** يحتوي جسم الإنسان على نوعين من خلايا الذاكرة، هما:
 - ١ خلايا الذاكرة البائية.
 - ٢ خلايا الذاكرة التائية.

• **خصائصها:**

- ١ تتكون خلايا الذاكرة أثناء الاستجابة المناعية الأولية.
- ٢ تعيش خلايا الذاكرة عشرات السنين أو قد يمتد بها الأجل طول العمر، بينما لا تعيش الخلايا البائية والخلايا التائية إلا أياماً معدودة.

- ٢ أثناء المجابهة الثانية مع نفس الكائن الممرض، تستجيب خلايا الذاكرة للكائن الممرض فور دخوله إلى الجسم فتبدأ في الانقسام سريعاً وينجم عن نشاطها السريع إنتاج العديد من الأجسام المضادة والعديد من الخلايا التائية النشطة خلال وقت قصير.
- * مثال : لا يصاب الإنسان بالحصبة إلا مرة واحدة في حياته لأنه اكتسب مناعة ضد الإصابة بهذا المرض.
- * مما سبق يمكن عقد المقارنتين التاليتين :

المناعة المكتسبة في الإنسان

- * سلسلة الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية لمقاومة الكائن المسبب للمرض.

- * متخصصة أو تكيفية.

- * تكون خلايا الذاكرة خلال الاستجابة المناعية الأولية.

- * تمثل خط الدفاع الثالث والذي يتم من خلال أليتين، هما :

- ١ المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة.
- ٢ المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة.

المناعة الطبيعية في الإنسان

- * مجموعة الوسائل الدفاعية التي تحمي الجسم وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أى ميكروب أو جسم غريب يحاول دخول الجسم.
- * غير متخصصة أو فطرية أو مورثة.
- * لا تكون خلايا الذاكرة.

- * تمر بخطى دفاع متتاليتين، هما :

- ١ خط الدفاع الأول (الجلد، الصملاخ، الدموع، المخاط والأمهات بالمرات التنفسية، اللعاب، إفرازات المعدة الحامضية).
- ٢ خط الدفاع الثاني (الاستجابة بالالتهاب، الإنتروفيرونات، الخلايا القاتلة الطبيعية).

المناعة الخلوية (المناعة بالخلايا الوسيطة)

٢ المناعة الخلطية (المناعة بالأجسام المضادة)

أوجه التشابه

- كلاهما يمثلان مناعة مكتسبة (متخصصة أو تكيفية) أى أنهما يمثلان خط الدفاع الثالث الذي يلجأ إليه الجسم إذا أخفق خط الدفاع الثاني في التخلص من الأجسام الغريبة

أوجه الاختلاف

١ وصفها

- * استجابة مناعية تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية التائية (T) بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات الممرضة التي تعبر أغشية الخلايا وذلك بواسطة المستقبلات الموجودة على أسطح الخلايا التائية المختلفة.

- * استجابة مناعية تقوم خلالها الخلايا الليمفاوية البائية (B) بالدفاع عن الجسم ضد أنتيجينات الكائنات الممرضة (كالبكتيريا والفيروسات) والسموم الموجودة في سوائل الجسم وذلك بواسطة الأجسام المضادة.



٢ الخلايا التي تشترك في القيام بها

- * الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا البائية والخلايا التائية المساعدة (T_H).
- * الخلايا التائية السامة (T_C) والخلايا البائية (B) والخلايا القاتلة الطبيعية (NK).

٣ أنواع المواد الكيميائية المتكونة

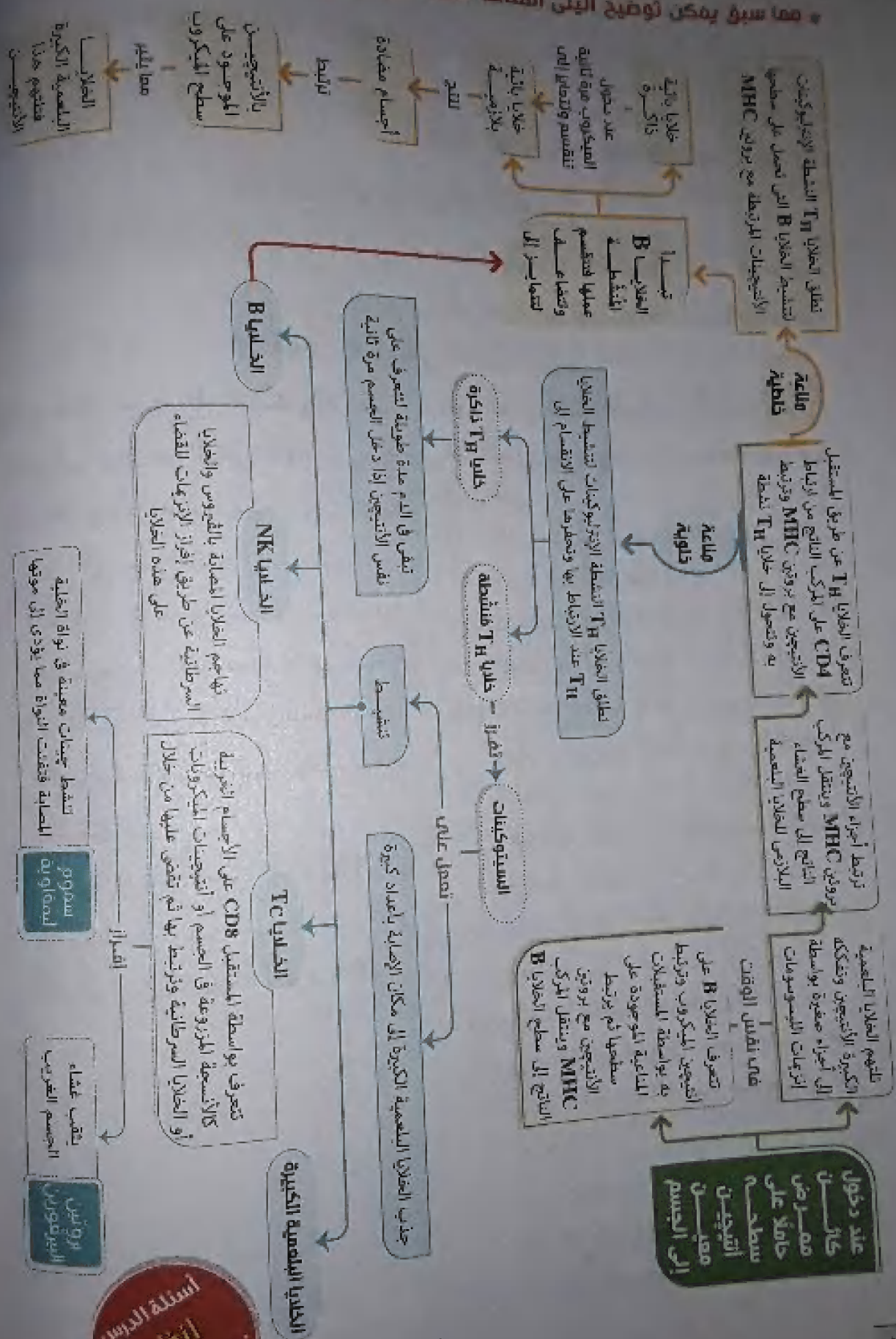
- * الإنترليوكينات - الأجسام المضادة.
- * الإنترليوكينات - السيتوكينات - الأجسام المضادة - البيرفورين - السموم الليمفاوية.

٤ كيفية القضاء على الكائن المرض

- * تنقسم الخلايا البائية (B) المنشطة وتتضاعف لتتمايز إلى نوعين من الخلايا هما :
 - (١) خلايا بائية بلازمية تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة التي تدور عبر الأوعية الليمفاوية ومجرى الدم لترتبط بالأنتيجينات الموجودة على سطح الكائنات الممرضة مما يثير الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الأنتيجينات.
 - (٢) خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة تبقى في الدم لمدة طويلة لتتعرف على نفس الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة ثانية.
- * تقوم الخلايا التائية المساعدة المنشطة بإفراز عدة أنواع من بروتينات السيتوكينات التي تعمل على :
 - (١) جذب الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد غفيرة.
 - (٢) تنشيط الأنواع الأخرى من الخلايا الليمفاوية التائية القاتلة أو السامة (T_C).
 - (٣) تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) لمهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية كالخلايا السرطانية أو الخلايا المصابة بالكائنات الممرضة والقضاء عليها بواسطة الإنزيمات التي تفرزها.
 - (٤) تنشيط الخلايا البائية (B) لإنتاج الأجسام المضادة.

* تقوم الخلايا التائية السامة (T_C) بإفراز :

- (١) بروتين البيرفورين : يعمل على تثقيب غشاء الجسم الغريب (ميكروب أو خلية سرطانية).
- (٢) سموم ليمفاوية : تنشط جينات معينة في نواة الخلايا المصابة مما يؤدي إلى تفتت نواة الخلية وموتها.



خلايا نباتية
ذاتية
عبد محسن
الميكروبي حرة تلبية
تنقسم وتتمايز إلى
خلايا نباتية

تجدد
الخلايا B
المنشط
عملها لتدعيم
والنضج على
لتجهيز إلى

ॐ नमो भगवते वासुदेवाय

تُعرف الخلايا T_H عن طريق المستقبل $CD4$ على المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين MHC وارتباطه. وتُنتقل إلى خلايا T_H نشطة.

ترتبط أجزاء الـ **ATHC** مع
بروتين **MTNC** وينقل المركب
الناتج إلى سطح الغشاء
البلازمي للخلية البغمية.

المغيرة الأثينيين ونشككه
الى أجزاء صغيرة بواسطة
الترجمات اليسوسومات

عند دخول
كالن
معرض
حاملًا على
سطحه
اتبعه
معرض
إلى الجسم

تُعرف الخلايا B على
أنهن الخلايا المناعية وتنتج
به بواسطة الخلايا
المناعية الموجودة على
سطحها ثم ترتبط
الأنسجة مع بروتين
MHIC وينتقل المركب
الناتج إلى سطح الخلايا B

نطاق الخلايا T_H النشطة الإنزيموكينات لتبسيط الخلايا
 T_H عند الارتباط بها وتطوّر على الانقسام إلى

કાળા ટી ઝાકરે

↑
H. L. Smith

السيتوكينات

يقع في الدم حبة طويلة لتعرف على
ففس الأنثيين إذا دخل الجسم مرة ثانية

50

الخطيب

الزكاة

TC ٤٤٤٤٤٤

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

الخلايا NK
تهاجم الخلايا المصابة بالفيروس والخلايا
السرطانية عن طريق إفراز الإنزيمات للقضاء
على هذه الخلايا

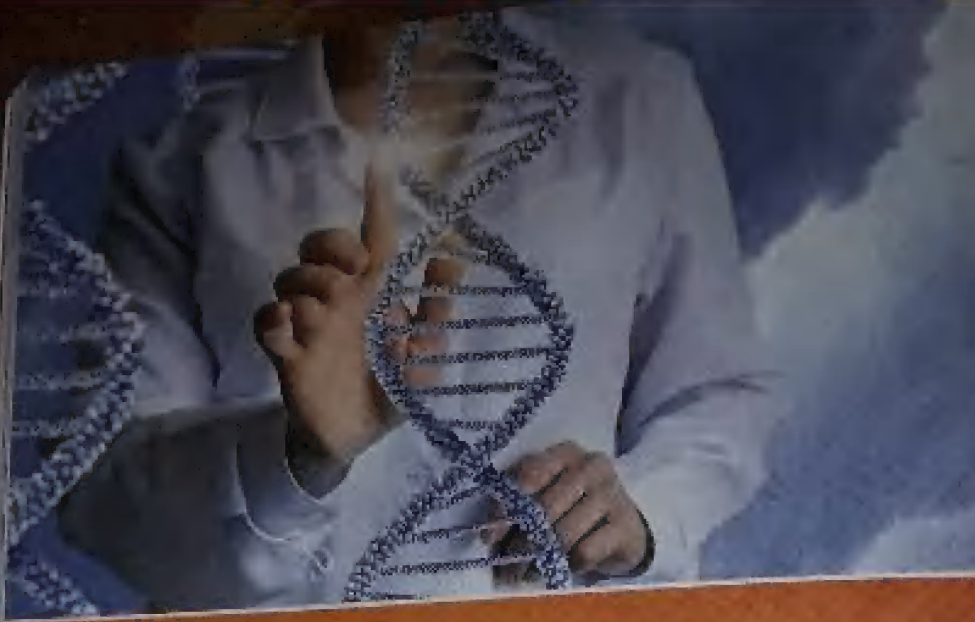
تُعرف بواسطة المستقبل CD8 على الأجسام الغريبة كالأنسجة المزروعة في الجسم أو التوجيهيات الميكروبية أو الخلايا السرطانية وتربط بها ثم تقتض عليها من خلال

في نهاية الخلية
منها يؤدي إلى موتها

ကမ္ဘာ့ပတ်ဝန်းကျင်

بِقَابِ عَشَاءِ
الْجَسَمِ الْفَرِيدِ

البرقوتين



الباب الثاني

بيولوجيا الجزيئية

1 الفصل

الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية

الدرس الأول

جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكانن الحى.

الدرس الثاني

الحمض النووي DNA

الدرس الثالث

- DNA فى أوليات وحقيقات النواة.
- تركيب المحتوى الجينى.
- الطفرات.

أهداف الفصل :

- فى نهاية هذا الفصل ينبغى أن يكون الطالب قادراً على أن :
 - يتعرف دور العلماء فى معرفة مادة الوراثة.
 - يتعرف تركيب الحمض النووى DNA
 - يتعرف كيفية تضاعف DNA وأهمية ذلك بالنسبة للخلايا.
 - يقدر دور العلماء فى التوصل إلى تركيب لولب DNA وتضاعفه.
 - يستنتج الفروق بين DNA فى أوليات وحقيقات النواة.
 - يتخيل طول DNA وكيف يتم تكثيفه ليشتغل حيزاً صغيراً بالنواة.
 - يتعرف تركيب المحتوى الجينى.
 - يتعرف أنواع الطفرات.
 - يكتشف أسباب الطفرة ونواتجها.

جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحي

الحرس
الأول

الفصل
1

* لعلك تعلم أن :

- في معظم الكائنات الحية نواة الخلية هي المسئولة عن انتقال الصفات الوراثية من الآباء

الجينات
وحدات المعلومات الوراثية التي تتحكم في الصفات الموروثة.

إلى الأبناء وذلك لأنها تحتوى على وحدات المعلومات الوراثية التي يطلق عليها اسم الجينات التي تُحمل بدورها على الصبغيات (الكروموسومات).

- أثناء الانقسام الميوزي للخلية تنفصل الصبغيات إلى مجموعتين متماثلتين بحيث يصعب لكل خلية ناشئة عن الانقسام نفس عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأصلية. وهذا دليل على أن الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية.

* يدخل في تركيب الصبغي مركبان رئيسيان، هما :

DNA -
البروتينات -
فأى هذين المركبين يحمل المعلومات الوراثية (المادة الوراثية) ؟

* اعتقد العلماء في بادئ الأمر أن البروتينات هي المادة الوراثية وليس DNA، وذلك للأسباب التالية :

1 البروتينات يدخل في تركيبها ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية المختلفة، والتي تتجمع بطرق مختلفة لتعطى عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية.

2 DNA يدخل في تركيبه أربعة أنواع فقط من النيوكليوتيدات.



الدرس الأول

توضح بعد ذلك خطة هذا الاعتقاد وأثبتت الأدلة أن DNA هو المادة الوراثية مما أدى إلى قيام العلماء بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة والذي يطلق عليه عادة اسم البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology الجزيئية.

أحد مجالات العلم الحديث الذي يهتم بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة (DNA) وهو يتقدم بسرعة كبيرة جداً.

الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية



التحول البكتيري Bacterial transformation

تجربة ١ للعالم جريفت Griffith

أضف إلى معلوماتك
يسبب مرض الالتهاب الرئوي نوع من البكتيريا الكروية، ويوجد منها سلالتان، الأولى مغلفة بمحفظة تعطيها المظهر الأملس (S) والأخرى غير مغلفة بهذه المحفظة فتكون خشنة المظهر (R) Rough (R).

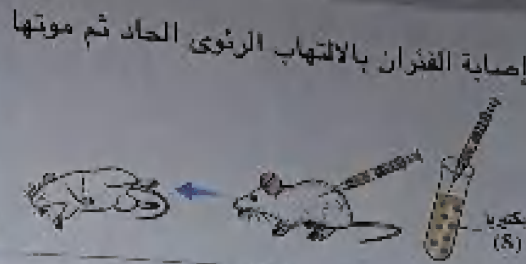
أجرى العالم البريطاني جريفت تجاربه على الفئران عام ١٩٢٨م لدراسة البكتيريا المسببة لمرض الالتهاب الرئوي. استخدم جريفت في تجاربه نوعين من سلالة البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي وهما سلالة البكتيريا (S) وسلالة البكتيريا (R) وذلك كما يلي :

الخطوات

المشاهدة بالأشكال التوضيحية

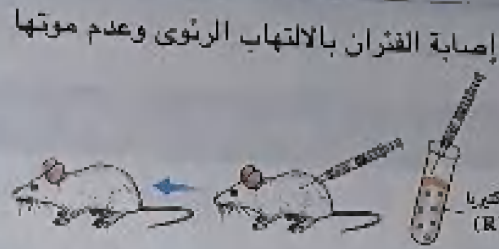
الاستنتاج

سلالة بكتيريا (S)
مميتة (تسبب موت
الفئران بالالتهاب
الرئوي الحاد)



١
حقن مجموعة من
الفئران بسلالة
بكتيريا (S)

سلالة بكتيريا (R) غير
مميتة (تصيب الفئران
بالالتهاب الرئوي فقط
ولا تسبب موتها)



٢
حقن مجموعة من
الفئران بسلالة
بكتيريا (R)

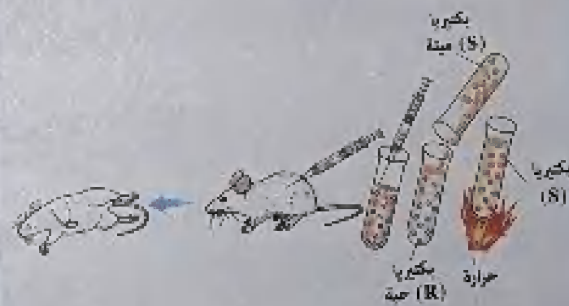
سلالة بكتيريا (S)
المقتولة حرارياً
لا تسبب موت الفئران



٣
حقن مجموعة من
الفئران بسلالة
بكتيريا (S) سبق
قتلها بالحرارة

المادة الوراثية الخاصة
بسلالة البكتيريا (S)
المميتة انتقلت إلى داخل
سلالة البكتيريا (R)
غير المميتة فتحوّلت إلى
السلالة (S) وأصبحت
مميتة وذلك بعد فحص
الفئران الميتة حيث وجد
بها بكتيريا (S) حية

موت بعض الفئران

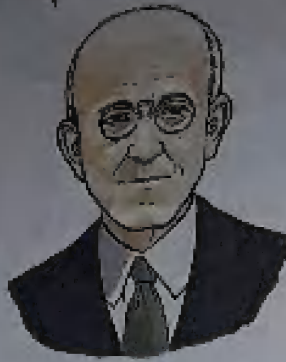


٤
حقن مجموعة من
الفئران بسلالة
بكتيريا (S) سبق
قتلها بالحرارة
مع سلالة بكتيريا
(R) حية

التحول البكتيري

تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة
إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة نتيجة
انتقال المادة الوراثية إليها.

* أطلق جريفت على ظاهرة تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة اسم «التحول البكتيري» ولكنه لم يفسر كيفية انتقال المادة الوراثية من السلالة (S) إلى السلالة (R).



إقري

١ قاموا بعزل مادة التحول البكتيري التي تسببت في تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة.

٢ قاموا بتحليل مادة التحول البكتيري.

الاستنتاج : مادة التحول البكتيري تتكون من DNA

التفسير العام للتحول البكتيري : سلالة البكتيريا (R) قد امتصت DNA الخاص بسلالة البكتيريا (S) (بطريقة غير معروفة حتى الآن) فاكسبت خصائصها وانتقلت هذه الخصائص إلى الأبناء.

الاعتراض على أن DNA هو المادة الوراثية : الجزء من DNA الذي سبب التحول البكتيري لم يكن نقي تماماً، لأنه كان يحمل كمية من البروتين يحتمل أن تكون السبب في إحداث هذا التحول.

تجربة ٢ التجربة الحاسمة

الخطوات :

١ تم معاملة المادة النشطة المنتقلة (DNA + البروتينات) المسؤولة عن التحول البكتيري بإنزيم دي أكسي ريبونوكليز (Deoxyribonuclease) الذي يعمل على تحليل جزيء DNA تحليلاً كاملاً، ولا يؤثر على البروتينات أو RNA

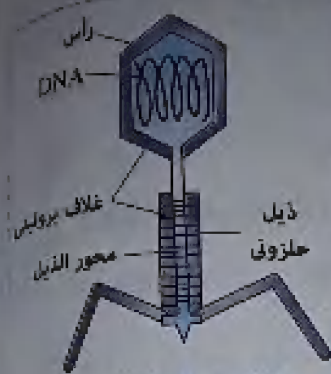
٢ تم نقل هذه المادة إلى سلالة البكتيريا (R) غير المميتة.

الملاحظة : لم تتحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى السلالة الأخرى (S) المميتة.

التفسير : تتوقف عملية التحول البكتيري نتيجة لغياب مادة DNA التي تحللت.

الاستنتاج : DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

ب لاقحات البكتيريا (البكتيريوفاج) Bacteriophages



تركيب البكتيريوفاج



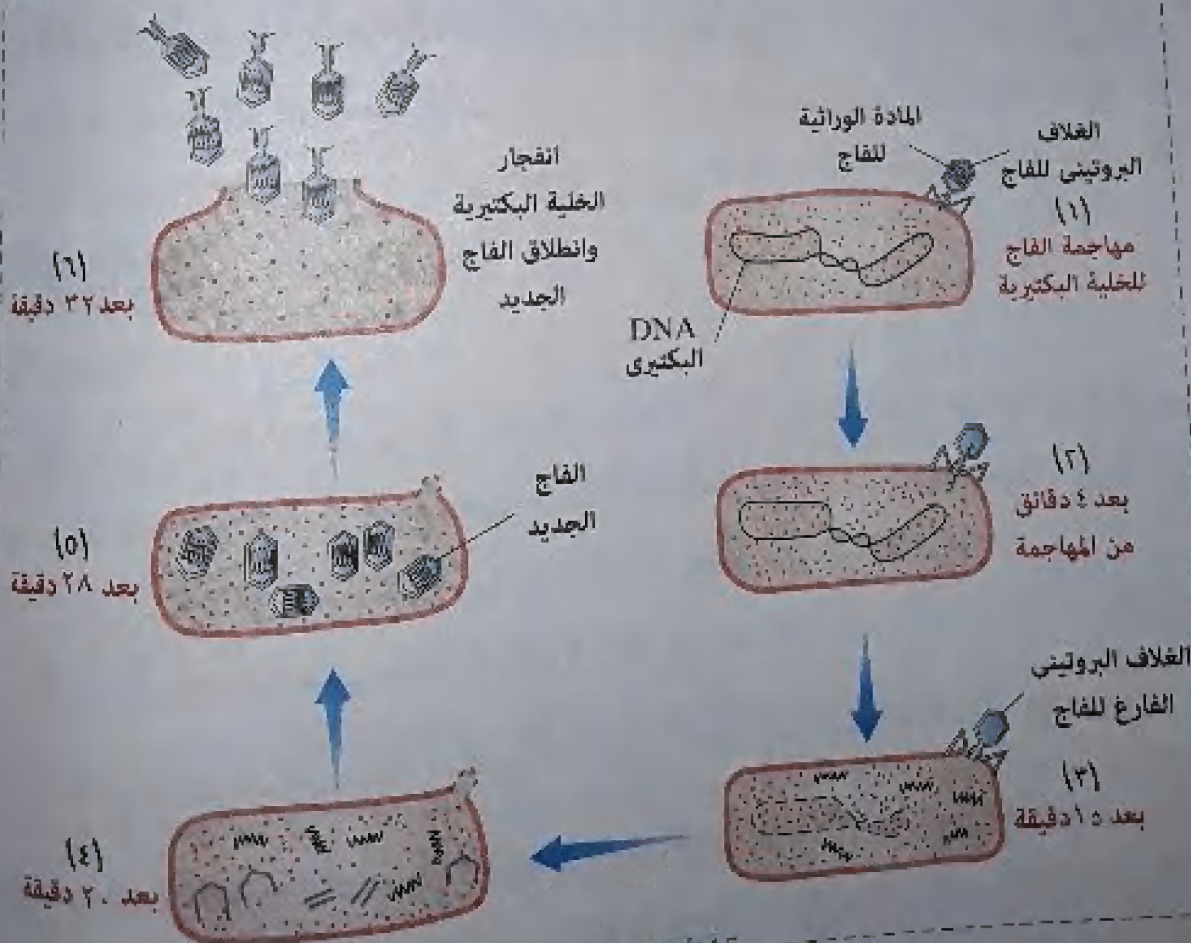
* تركيب البكتيريوفاج (الفاج) :

البكتيريوفاج فيروس يتكون من DNA يحيط به غلاف بروتيني يمتد ليكون ما يشبه الذيل.

* تكاثر البكتيريوفاج :

- يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية فينصل بها عن طريق الذيل.
- تنفذ المادة الوراثية للفيروس إلى داخل الخلية البكتيرية وتتضاعف أعدادها.
- تنفجر الخلية البكتيرية بعد حوالي ٣٢ دقيقة ويخرج منها حوالي ١٠٠ فيروس جديد مكتمل التكوين.

* يتضح من تكاثر البكتيريوفاج أن مادة ما (أو مجموعة مواد) انتقلت من الفيروس إلى الخلية البكتيرية تحتوي على المعلومات الوراثية (الجينات) للفيروس.



تكاثر البكتيريوفاج



هيرشى وتشيس

استغل هيرشى وتشيس لإجراء تجربتهما
حقائق علمية وهي أن :

- DNA : يدخل في تركيبه الفوسفور
ولا يدخل في تركيبه الكبريت.

- البروتين : قد يدخل في تركيبه الكبريت
ولا يدخل في تركيبه الفوسفور.

الملاحظة

* كل الفوسفور المشع تقريباً قد انتقل إلى
داخل الخلية البكتيرية، دليل على وصول كل
DNA الفيروسي تقريباً.

* أقل من ٢٪ فقط من الكبريت المشع قد
انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية دليل على
عدم وصول أغلب البروتين الفيروسي.

الخطوات

١ قاما بترقيم DNA الفيروسي (DNA
للبيكتيريوفاج) بالفوسفور المشع، وترقيم
البروتين الفيروسي بالكبريت المشع وسمحا
لهذا الفيروس بمهاجمة البكتيريا.

٢ قاما بالكشف عن كل من الفوسفور المشع
والكبريت المشع في داخل وخارج الخلايا
البكتيرية.

الاستنتاج

* DNA الفيروسي يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها إلى بناء فيروسات جديدة.
* DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

أضف إلى معلوماتك

ترقيم العنصر يعنى تحويل العنصر من صورة مستقرة إلى صورة مشعة حتى يسهل رصده.
* نستنتج من تجارب التحول البكتيرى والتجارب التى أجريت على الفاج أن جينات
سلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوى وفيروسات الفاج تتكون من DNA
ونلاحظ أن هذه الاستنتاجات قصرت على الكائنات الحية التى أجريت عليها هذه التجارب.

• والسؤال الآن، هل كل الجينات عبارة عن DNA ؟
الإجابة هي لا لأن هناك بعض الفيروسات (مثل الفيروس المسبب لمرض الإيدز HIV) مادتها الوراثية هي RNA وليست DNA ومن المؤكد أن هذه الفيروسات تشذ عن القاعدة لأنها تكون جزءاً صغيراً من صور الحياة، ولكن كل الدراسات التي أجريت حتى الآن أكدت على أن DNA هو المادة الوراثية لجميع الأحياء تقريباً.

ج كمية DNA في الخلايا

• في حقيقيات النواة وجد بالقياس أن :

١ كمية DNA في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين (مثل الدجاج) متساوية بينما كمية البروتين في نفس الخلايا غير متساوية.

٢ كمية DNA في الخلايا الجنسية (الأمشاج) تعادل نصف كمية DNA في الخلايا الجسدية لنفس الكائن الحي، وحيث إن الفرد الجديد ينشأ من اتحاد مشيج ذكر مع مشيج مؤنث لذلك يجب أن يحتوي كل مشيج على نصف كمية DNA (المعلومات الوراثية) الموجودة في الخلية الجسدية وإلا فإن المادة الوراثية ستتضاعف في كل جيل، ولا ينطبق ذلك على البروتين.

٣ البروتينات يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار داخل الخلايا، بينما DNA يكون ثابت بشكل واضح في الخلية (لا يتحلل).

★ في ضوء ما سبق يمكننا استنتاج أن :

DNA هو المادة الوراثية بينما البروتين لا يعمل كمادة وراثية.



الحمض النووي DNA

الدرس
الثاني

1

بعد وجود أدلة قوية تكفي لاعتبار أن DNA يحمل المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية انشغل كثير من الباحثين في محاولة التعرف على تركيب جزيء DNA ووضع نموذج له.



تركيب DNA

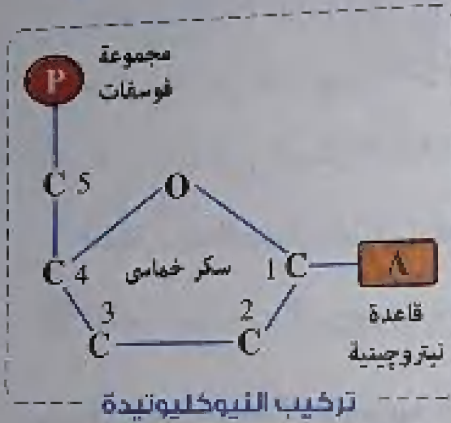
يتركب شريط DNA من نيوكليوتيدات كل

نيوكليوتيدة تتكون من ثلاثة مكونات هي :

١ سكر خماسي الكربون (ديوكسي ريبوز (Deoxyribose).

٢ مجموعة من الفوسفات مرتبطة برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي.

٣ قاعدة نيتروجينية ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (1) في السكر الخماسي.



يحتوي شريط DNA على أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية قد تكون

إحدى مشتقات

البورينات

(ذات حلقتين)

* الأدينين (A)

* الجوانين (G)

أو

البيريميدينات

(ذات حلقة واحدة)

* الثايمين (T)

* السيتوزين (C)

مثل

ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها في

شريط DNA كالتالي :

١ مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة

الكربون رقم (5) في سكر إحدى

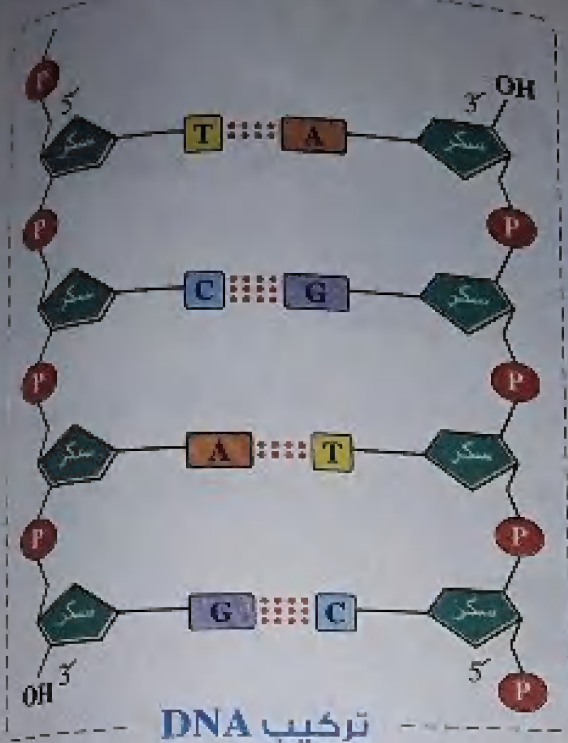
النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية

بذرة الكربون رقم (3) في سكر

النيوكليوتيدة التالية والشريط الذي

يتبادل فيه السكر والفوسفات يطلق

عليه «هيكل سكر فوسفات».



تركيب DNA

٢ هيكل سكر فوسفات غير متماثل لأن به مجموعة فوسفات حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون

رقم (5) في السكر الخماسي عند إحدى نهاياته، ومجموعة هيدروكسيل (OH) حرة

طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (3) في السكر الخماسي عند النهاية الأخرى للهيكل.

٣ قواعد البورين والبيريميدين تبرز على جانب واحد من هيكل سكر فوسفات.

* يتساوى عدد القواعد النيتروجينية البيريميدينية والبيورينية في جزيء DNA، حيث يكون :

- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأنينين مساوية لتلك التي تحتوى على الثايمين $A = T$

- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانين مساوية لتلك التي تحتوى على السيتوزين $G = C$

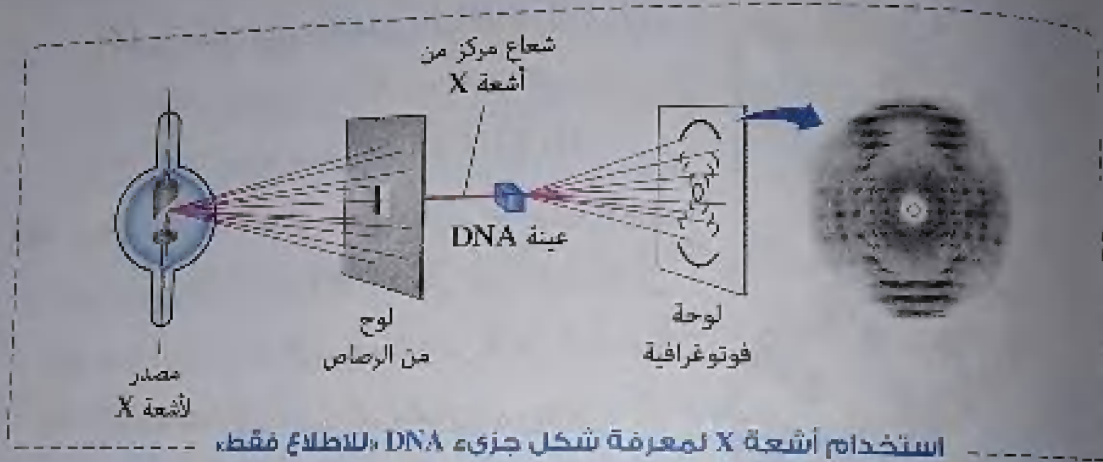
أى أن : $A + G = C + T$



فراكلين

الدليل المباشر على تركيب DNA (دراسات فرانكلين Franklin)

- استخدمت فرانكلين تقنية حيود أشعة X في الحصول على صور لبلورات من DNA عالي النقاوة، حيث :
- قامت بإمرار أشعة X خلال بلورات من جزيئات DNA ذات تركيب منتظم.
- نشأ عن ذلك تشتت لأشعة X وظهور طراز من توزيع نقاط أعطى تحليلها معلومات عن شكل جزيء DNA



نتائج الدراسات التي قامت بها فرانكلين عن تركيب جزيء DNA :

- نشرت فرانكلين عام ١٩٥٢م صوراً لبلورات من DNA عالي النقاوة أوضحت فيها أن : جزيء DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب بحيث تكون القواعد متعامدة على طول الخيط.
- هيكل سكر فوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية توجد جهة الداخل.

- قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من DNA

بعد أن نشرت فرانكلين صور DNA قام العالمان الإنجليزيان واطسون وكريك Watson and Crick

بوضع أول نموذج مقبول لتركيب DNA

نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA



واطسون وكريك

١ يتكون نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA من

- شريطين يرتبطان معًا كاسلم، حيث :
- يمثل هيكل السكر والفوسفات جانبي السلم.
- تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

٢ يتكون الدرج من إحدى الحالتين التاليتين :

- ارتباط قاعدة الأدينين (A) مع قاعدة الثايمين

(T) برابطتين هيدروجينيتين (A :::: T).

- ارتباط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين

(C) بثلاث روابط هيدروجينية (G :::: C).

٣ عرض درجات السلم على امتداد الجزيء يكون

متساوي، ويكون شريطا DNA على نفس المسافة من بعضهما البعض لأن كل درج يتكون من قاعدة ذات حلقة واحدة (بيريميدينية) وأخرى ذات حلقتين (بيورينية).

٤ شريطا جزيء DNA أحدهما في وضع معاكس

للآخر، حيث يكون أحد الشريطين اتجاهه (5' ← 3')

بينما الشريط المقابل يكون اتجاهه (3' ← 5')

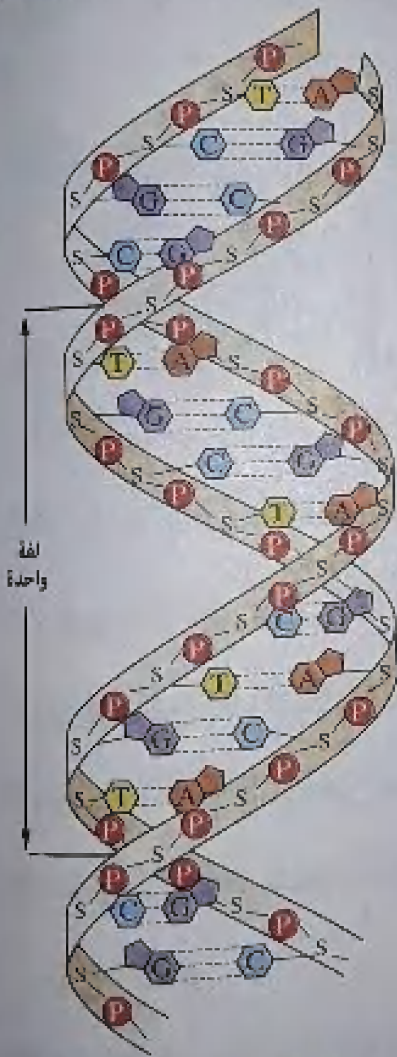
بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة

الكربون رقم (5) في السكر الخماسي في شريطي

DNA تكون عند الطرفين المعاكسين حتى تتكون

الروابط الهيدروجينية بين زوجي القواعد النيتروجينية

بشكل سليم.



اللولب المزدوج لـ DNA

٥ يلتف (يجدل) سلم DNA ككل بحيث تتكون كل لفة على الشريط الواحد

من ١٠ نيوكليوتيدات ليتكون لولب أو حلزون DNA، ويتكون اللولب من شريطين يلتقان

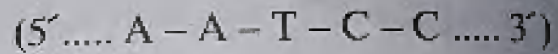
حول بعضهما البعض لذا يسمى جزيء DNA بـ «اللولب المزدوج».



تضاعف DNA

تضاعف كمية DNA في الخلية قبل أن تبدأ في الانقسام حتى تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم. أشار كل من واطسون وكريك إلى أن جزيء DNA (شريطي DNA) يحتوي على وسيلة يمكن بها مضاعفة المعلومات الوراثية بدقة، حيث إن الشريطين يحتويان على قواعد نيتروجينية متكاملة أي أن تتابع النيوكليوتيدات في كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لبناء شريط مقابل له ومتكامل معه (أي أن كل شريط DNA قديم يعمل كقالب لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه).

فمثلاً: إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من أحد الشريطين هو

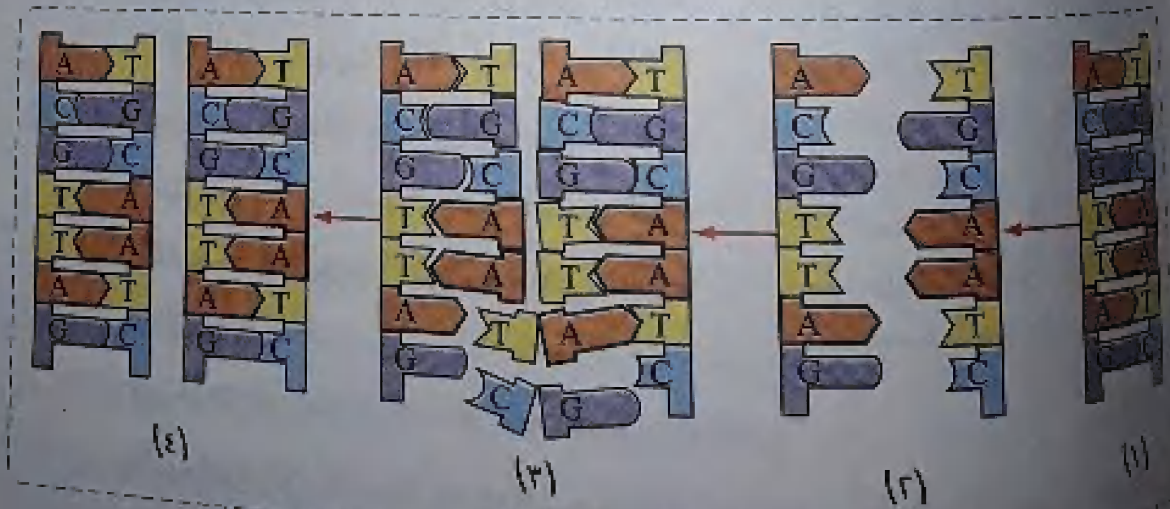


فإن قطعة الشريط التي تتكامل معه يكون ترتيب قواعدها النيتروجينية هو



وبالتالي إذا تم فصل شريطي DNA عن بعضهما البعض فإن أيًا منهما يمكن أن يعمل

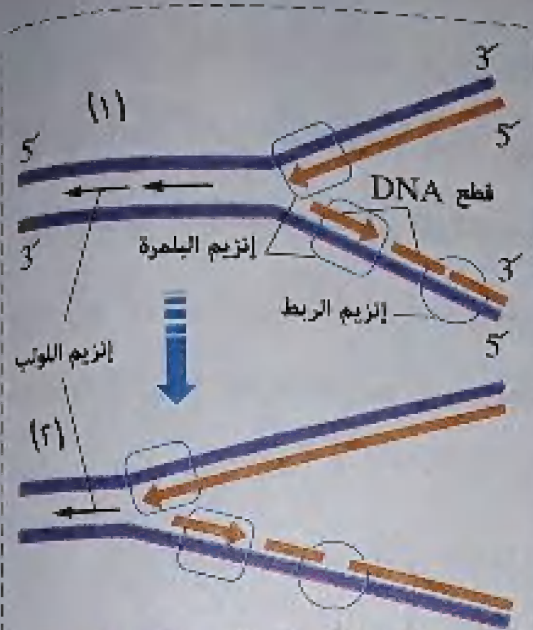
كقالب لإنتاج شريط يتكامل معه.



تضاعف DNA

الإنزيمات وتضاعف DNA

* يتطلب نسخ DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية ويتم ذلك حسب الخطوات التالية :



دور الإنزيمات في تضاعف DNA

١. ينفك التفاف اللولب المزدوج.
٢. تتحرك إنزيمات اللولب (DNA - helicases) على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة في كلا الشريطين.
٣. يتعد الشريطان عن بعضهما لتمكن القواعد النيتروجينية من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة.
٤. تقوم إنزيمات البلمرة (DNA - Polymerases) ببناء أشرطة DNA جديدة كالتالي :

ملحوظة

* يعمل إنزيم البلمرة في اتجاه واحد فقط وهو من الطرف (5') إلى الطرف (3') لذلك فإنه :
- يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط القالب (3' ← 5').
- لا يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط المعاكس (5' ← 3') إلا بمساعدة إنزيمات الربط.

(أ) في حالة الشريط (3' ← 5') الأصلي القالب ، تقوم إنزيمات البلمرة بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة بعد الأخرى من البداية (5') إلى النهاية (3') لشريط DNA الجديد، ويتم ذلك بعد أن تتزاوج القاعدة النيتروجينية في النيوكليوتيدة الجديدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على شريط القالب.

(ب) في حالة الشريط (5' ← 3') الأصلي المعاكس ،

تقوم إنزيمات البلمرة ببناء قطع صغيرة من شريط DNA الجديد في اتجاه (5' ← 3') ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها بواسطة إنزيمات الربط (DNA - Ligases) وذلك لأن إنزيم البلمرة لا يعمل في اتجاه (5' ← 3').



• تفاعل DNA في أوليات النواة :

يوجد DNA في أوليات النواة في السيتوبلازم على شكل لولب مزدوج ملتحم نهاياته مع بعضها البعض ويتصل مع الغشاء البلازمي للخلية عند نقطة ما يبدأ عندها نسخ جزيء DNA

• تفاعل DNA في حقيقيات النواة :

ينتظم DNA في حقيقيات النواة في صورة صبغيات، حيث يحتوى كل صبغى على جزيء واحد من DNA، يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر، ويبدأ نسخ جزيء DNA من عند أى نقطة على امتداده.

إصلاح عيوب DNA

البوليمرات
مركبات طويلة تتكون من
وحدات بنائية متكررة.

كل المركبات البيولوجية التى توجد فى الخلية على شكل بوليمرات (كالنشا والبروتين والأحماض النووية) تكون معرضة للتلف من حرارة الجسم ومن البيئة المائية داخل الخلية.

• يعتبر DNA من المركبات البيولوجية المعرضة للتلف حيث تفقد الخلية البشرية يومياً حوالي ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (أدينين وجوانين) من DNA الموجود بها.

• أسباب تلف DNA :

- ١ الحرارة (حرارة الجسم) والتي تعمل على كسر الروابط التساهمية التى تربط السكريات الخماسية.
- ٢ البيئة المائية داخل الخلية.
- ٣ المركبات الكيميائية.
- ٤ الإشعاع.

• تأثير تلف DNA :

- أى تلف فى جزيء DNA يمكن أن يحدث تغيير فى المعلومات الوراثية الموجودة به مما ينتج عنه تغيرات خطيرة فى بروتينات الخلية.

- رغم أن هناك آلاف التغيرات التى تحدث لجزيء DNA كل يوم إلا أنه لا يستمر من هذه التغيرات فى الخلية سوى تغيرين أو ثلاثة كل عام وتكون لها صفة الدوام وذلك لأن الغالبية العظمى من التغيرات تُزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الإنزيمات (٢٠ إنزيم) تعمل فى تناغم على إصلاح عيوب DNA وهى إنزيمات الربط، بينما الذى يستمر من هذه التغيرات فى الخلية يكون بسبب حدوث تلف فى شريطى DNA فى نفس الموقع ونفس الوقت.

* ميكانيكية إصلاح عيوب DNA :

تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة القالفة في DNA ثم تقوم بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة القالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة بالشريط المقابل للجزء القالف، فيظل تركيب DNA ثابت عند انتقاله للأجيال التالية، ومن هنا نجد أن إنزيمات الربط تلعب دوراً هاماً في الثبات الوراثي للكائنات الحية.

ملحوظة

المادة الوراثية في بعض الفيروسات توجد في صورة شريط مفرد من RNA لذلك يظهر به معدل مرتفع من التغير الوراثي الذي ينشأ عن تلف في شريط RNA وبالتالي يزيد معدل الطفرات في هذه الفيروسات.

* يعتمد إصلاح عيوب DNA على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج، حيث إنه لا بد من وجود شريط من الشريطين دون تلف لتستطيع إنزيمات الربط استخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل، وبالتالي فكل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين في نفس الموقع ونفس الوقت.

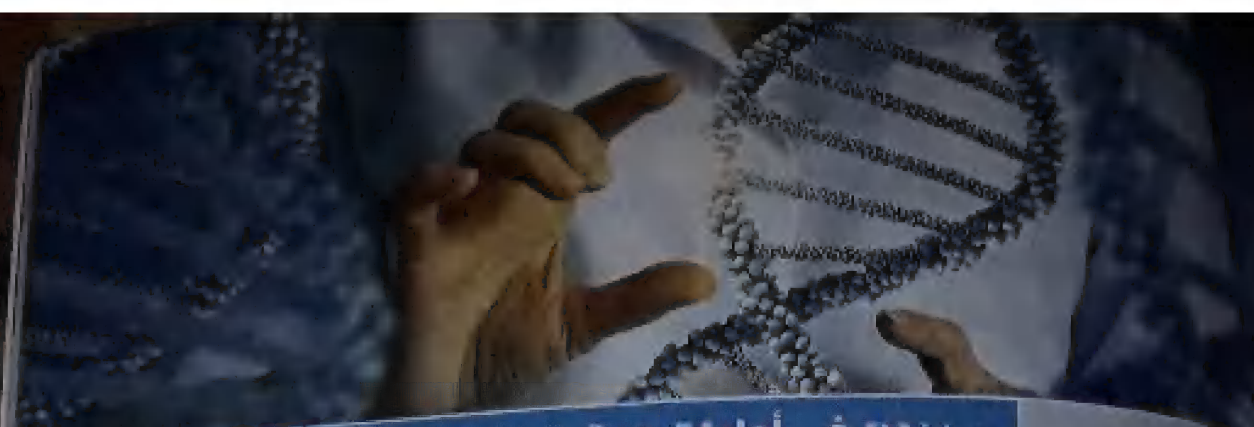
★ مما سبق نستنتج أن :

- ١- اللولب المزدوج لـ DNA يعتبر حيويًا للثبات الوراثي للكائنات الحية التي يوجد بها.
- ٢- هناك حالات لا يمكن فيها إصلاح التلف في المادة الوراثية، وهي :
 - حدوث التلف في شريطي DNA في نفس الموقع ونفس الوقت.
 - الفيروسات التي تكون مادتها الوراثية في صورة شريط مفرد من RNA



لحها
سريط

في
بها
عن
عدل



• DNA في أوليات وحقيقيات النواة • • التركيب المحتوى الجيني • • الطفرات •

الدرس
الثالث

1

DNA في أوليات النواة

أولاً

• **أوليات النواة** : هي كائنات حية لا تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووى بل توجد حرة في السيتوبلازم مثل البكتيريا .

• **DNA في بكتيريا ايشيريشيا كولاي (*E. coli*) كمثال لأوليات النواة** :



صورة DNA بالمجهر
الإلكترونى فى أوليات النواة

- 1 يوجد DNA على شكل لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معاً .
- 2 يصل طول DNA (بعد فردة إن أمكن) إلى ١.٤ مم، بينما يصل طول الخلية البكتيرية نفسها إلى حوالى ٢ ميكرون .
- 3 يلتف جزء DNA الدائرى حول نفسه عدة مرات ليحتل منطقة نووية تصل إلى حوالى ٠.١ من حجم الخلية .
- 4 يتصل DNA بالغشاء البلازمى للخلية فى موقع أو أكثر .
- 5 تحوى بعض الخلايا البكتيرية على واحدة أو أكثر من

البلازميدات Plasmids

• البلازميدات •

جزيئات صغيرة دائرية من DNA لا تتعقد بوجود بروتين معها .

• أماكن تواجد البلازميدات :

- 1 فى أوليات النواة : تحوى بعض الخلايا البكتيرية على واحدة أو أكثر من البلازميدات .
- 2 فى حقيقيات النواة : ثبت وجود البلازميدات فى خلايا فطر الخميرة .

• أهمية البلازميدات :

تستخدم على نطاق واسع في الهندسة الوراثية، حيث تتضاعف البلازميدات في نفس الوقت الذي تتضاعف فيه الخلايا البكتيرية لـ DNA الرئيسي بها ويستغل العلماء هذا التضاعف بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات.

ملحوظة

جزيئات DNA التي توجد في الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء (عضيات توجد في سيتوبلازم حقيقيات النواة) تشبه جزيئات DNA التي توجد في أوليات النواة.

ثانياً DNA في حقيقيات النواة

• **حقيقيات النواة :** هي كائنات حية تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم وينتظم DNA بها في صورة صبغيات.

• تحتوي كل خلية جسمية في جسم الإنسان على 46 صبغى.

• تتضح الصبغيات في خلايا حقيقيات النواة أثناء انقسامها.

تركيب الصبغى

• يدخل في تركيب الصبغى جزئ واحد من DNA

يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر.

• يلتف جزئ DNA ويطوى عدة مرات ويرتبط بالعديد

من البروتينات مكوناً «الكروماتين» الذي يحتوى عادةً

على كميات متساوية من DNA والبروتين.

• تنقسم البروتينات التي تدخل في تركيب الصبغى إلى :

أ بروتينات هستونية Histones

• البروتينات الهستونية

مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة توجد في كروماتين أى خلية بكميات ضخمة، وتحتوى على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجينين والليسين.



* ترتبط البروتينات الهستونية بقوة مع مجموعات الفوسفات السالبة الموجودة في جزيء DNA لأن مجموعة الألكيل الجانبية للحمضين الأمينيين (الأرجينين والليسين) تحمل شحنات موجبة عند الأس الهيدروجيني (pH) العادي.

ب بروتينات غير هستونية Non-histones

* البروتينات غير الهستونية
مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية توجد في تركيب كروماتين الخلية.

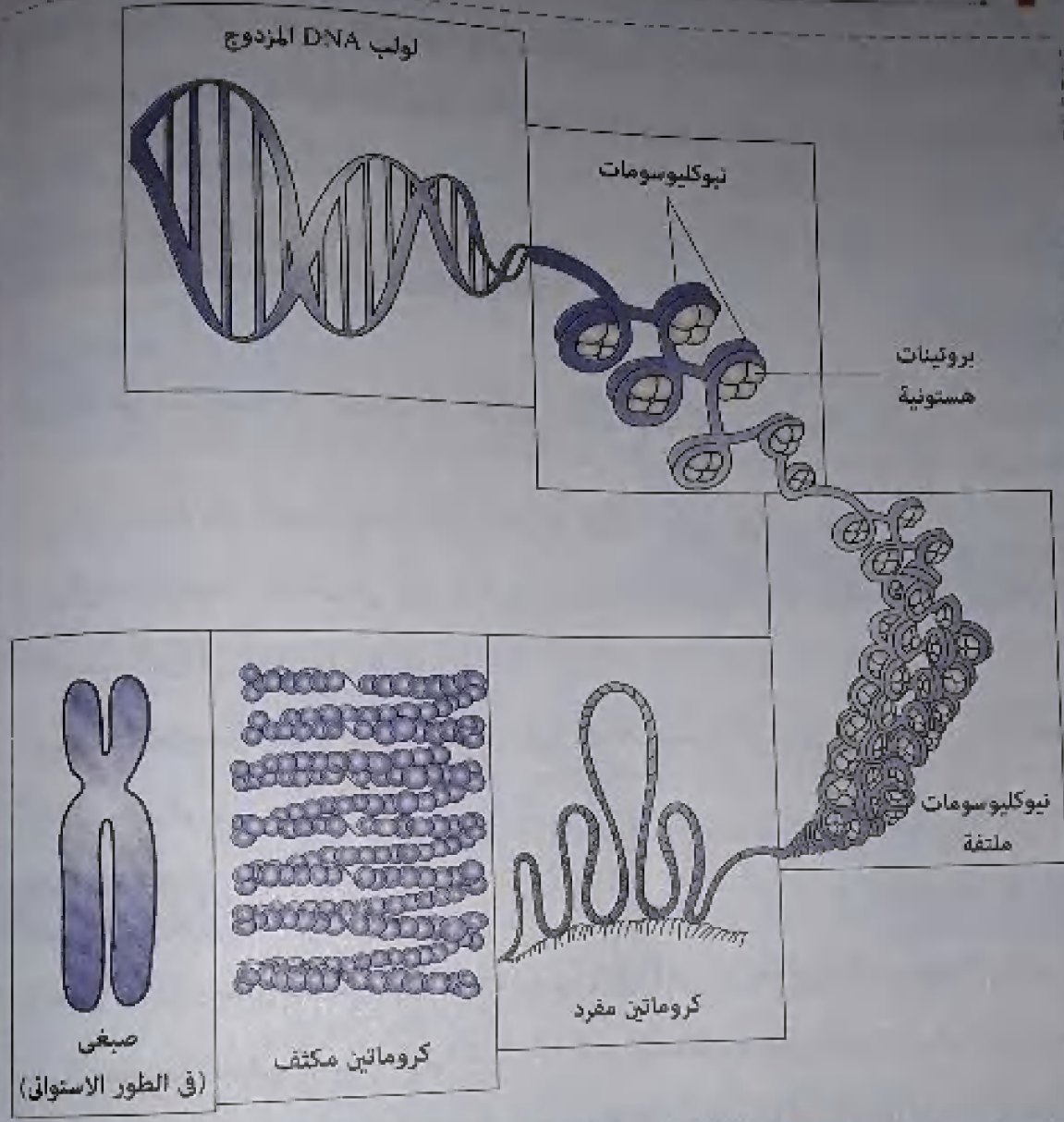
- * تقوم البروتينات غير الهستونية بوظائف عديدة مختلفة لأنها تشتمل على :
 - بروتينات تركيبية : تدخل في بناء تراكيب محددة في جزيء DNA وتلعب دوراً رئيسياً في التنظيم الفراغي له داخل النواة.
 - بروتينات تنظيمية : تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم في بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا.

تكثيف DNA

* إذا تصورنا أنه يمكن فك اللولب المزدوج لجزيء DNA في كل صبغى ووضع هذه الجزيئات على امتداد بعضها البعض لوصل طولها ٢ متر لذا تقوم الهستونات وغيرها من البروتينات بمسئولية تكثيف (ضم) هذه الجزيئات الطويلة لتقع في حيز نواة الخلية التي يتراوح قطرها من ٢ : ٣ ميكرون.

* خطوات تكثيف DNA

لقد أوضح التحليل البيوكيميائي وصور المجهر الإلكتروني أن جزيء DNA يتكاثف كالاتى :



خطوات تكثيف DNA في حقيقيات النواة

١ يلتف جزيء DNA حول مجموعات من البروتينات الهستونية مكوناً حلقات من النيوكليوسومات، مما يؤدي إلى تقصير طول جزيء DNA عشر مرات ولكن لابد أن يقصر جزيء DNA حوالي ١٠٠,٠٠٠ مرة حتى تستوعبه النواة.

النيوكليوسومات •

حلقات في الصبغي تتكون من التفاف جزيء DNA حول مجموعة من البروتينات الهستونية، وذلك لتقصير طول جزيء DNA عشر مرات.



- تتلف حلقات النيوكليوسومات مرة أخرى لتتضم مع بعضها البعض ولكن هذا أيضًا لا يكفي لتقصير جزيء DNA إلى الطول المطلوب.
- ترتب أشرطة النيوكليوسومات المتلفة بشدة على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية غير الهستونية مكونة بذلك الكروماتين المكثف (الملتف والمكدس).

ملحوظة

عندما يكون جزيء DNA مكثف في صورة كروماتين لا تصله الإنزيمات الخاصة بتضاعفه، ويتعين فك هذا الالتفاف على الأقل إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات قبل أن يعمل DNA كقالب لبناء RNA أو DNA.

وما سبق يمكن المقارنة بين البروتينات الهستونية والبروتينات غير الهستونية كالآتي :

البروتينات غير الهستونية	البروتينات الهستونية
مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية تدخل في تركيب الكروماتين	مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة توجد في كروماتين الخلية بكميات ضخمة وتحتوي على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجينين والليسين
البروتينات التركيبية : تلعب دورًا رئيسيًا في التنظيم الفراغي لجزيء DNA داخل النواة كما أنها مسئولة عن تقصير جزيء DNA حوالي ١٠٠,٠٠٠ مرة عن طريق تكوين الكروماتين المكثف.	١ ترتبط بقوة بمجموعات الفوسفات السالبة الموجودة في جزيء DNA ، وذلك لأن مجموعة الألكيل الجانبية للحمضين الأمينيين (الأرجينين والليسين) تحمل شحنات موجبة عند الأس الهيدروجيني (pH) العادي للخلية.
البروتينات التنظيمية : تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم في بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا.	٢ مسئولة عن تقصير جزيء DNA عشر مرات عن طريق تكوين حلقات من النيوكليوسومات.

تركيب المحتوى الجيني Genome

المحتوى الجيني
كل الجينات وبالتالي كل DNA
الموجود في الخلية.

* توصل الباحثون عام ١٩٧٧م إلى طرق يمكن بها تحديد
تتابعات النيوكليوتيدات في جزيئات DNA ، RNA
مما أدى إلى معرفة ترتيب الجينات داخل جزيئات
DNA في الخلية.

* يحتوي DNA على جينات تحمل التعليمات اللازمة لبناء :

- ١ تتابع النيوكليوتيدات المسؤولة عن بناء المركبات البروتينية.
- ٢ تتابع النيوكليوتيدات التي ينسخ منها جزيئات RNA الريبوسومي (rRNA) الذي يدخل
في بناء الريبوسومات.
- ٣ تتابع النيوكليوتيدات التي ينسخ منها جزيئات RNA الناقل (tRNA) الذي يحمل
الأحماض الأمينية أثناء بناء البروتين.

* **المحتوى الجيني في أوليات النواة** : تمثل الجينات المسؤولة عن بناء RNA والبروتينات معظم
المحتوى الجيني.

* **المحتوى الجيني في حقيقيات النواة** : أقل من ٧٠٪ من الجينات مسئول عن بناء RNA والبروتينات
وباقى الجينات غير معلومة الوظيفة.

DNA المتكرر

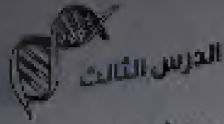
* توجد معظم جينات المحتوى الجيني في الخلية بنسخة واحدة عادةً، إلا أن بعض التتابعات
يوجد منها نسخ متكررة مثل :

- ١ الجينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومي والهستونات التي تحتاجها الخلية بكميات
كبيرة حيث إن وجود العديد من نسخ هذه الجينات يعمل على سرعة إنتاج الخلية
للبوسومات والهستونات، ولذلك يوجد منها مئات النسخ في كل خلايا حقيقيات النواة.
- ٢ بعض تتابعات لقواعد نيتروجينية على DNA متكررة كتتابع النيوكليوتيدات القصير
(A-G-A-A-G) في الدروسوفيلا (ذبابة الفاكهة) الذي يتكرر حوالي (١٠٠,٠٠٠ مرة) في
منتصف أحد الصبغيات وهذا التابع وغيره من التتابعات لا يمثل أى شفرة (دوره غير واضح).

أجزاء أخرى من DNA ليست بها شفرة

* تعرف الباحثون على العديد من أجزاء DNA التي لا تمثل شفرة لبناء RNA أو البروتينات.
* **أمثلة :**

- ١ الحبيبات الطرفية الموجودة عند أطراف بعض الصبغيات لا تحتوي على شفرات.



كمية كبيرة من DNA في المحتوى الجيني لحقيقيات النواة لا تمثل شفرة، حيث لاحظ العلماء أن : كمية DNA في المحتوى الجيني ليست لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحي، أو عدد البروتينات التي يكونها.

كمية صغيرة فقط من DNA في النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات. فمثلاً : حيوان السلمندر يوجد به أكبر محتوى جيني حيث تحتوي خلاياه على كمية DNA تعادل ٣٠ مرة قدر كمية DNA الموجودة في الخلايا البشرية ومع ذلك تنتج خلاياه كمية أقل من البروتين وهذا يرجع لوجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة.

وظيفة بعض DNA الذي لا يمثل شفرة :

١ يعتقد أنه يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها.

٢ يمثل إشارات للمناطق التي يجب أن يبدأ عندها بناء RNA الرسول (mRNA) وتعتبر هذه المناطق هامة في بناء البروتين.

وما سبق يمكن المقارنة بين DNA في أوليات النواة و DNA في حقيقيات النواة كالتالي :

DNA في حقيقيات النواة	DNA في أوليات النواة	
لولب مزدوج لا تلتحم أطرافه ويتنظم في صورة صبغيات	لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معاً ويتصل بالغشاء البلازمي عند موقع أو أكثر ولا ينتظم في صورة صبغيات	الشكل
يوجد داخل النواة (محاط بالغشاء النووي)	يوجد في السيتوبلازم (غير محاط بغشاء نووي)	النواجد
معقد بالبروتينات الهستونية والبروتينات غير الهستونية	غير معقد بالبروتين	التعقد بالبروتين
يبدأ التضاعف من أي نقطة على امتداد الجزيء	يبدأ التضاعف من نقطة اتصاله مع الغشاء البلازمي	التضاعف
لا توجد البلازميدات إلا في فطر الخميرة فقط	توجد البلازميدات ولا تتعقد بوجود البروتين	البلازميدات
أقل من ٧٠٪ منها مسئول عن بناء RNA والبروتينات وباقي الجينات غير معلومة الوظيفة	معظمها مسئول عن بناء RNA والبروتينات	الجينات

الطفرات Mutations

• **الطفرة** :
تغير مفاجئ في طبيعة العوامل الوراثية المتحكم في صفات معينة مما قد ينتج عنه تغيير هذه الصفات في الكائن الحي.

• أسباب حدوث الطفرات :

- ١) تغير تركيب العامل الوراثي (الجين).
- ٢) تغير عدد الصبغيات.
- ٣) التغير الذي ينجم عن تأثير البيئة.

ملحوظة

انعزال الجينات أثناء الانقسام الميوزي وإعادة اتحادها لا تعتبر طفرة.

تصنيف الطفرات

أولاً تبعاً لتوارثها

- أ) طفرة حقيقية : هي طفرة تتوارث على مدى الأجيال المتتالية.
- ب) طفرة غير حقيقية : هي طفرة لا تتوارث في الأجيال المتتالية.

ثانياً تبعاً لأهمية الطفرة

طفرات غير مرغوب فيها

- تمثل أغلب الطفرات.

طفرات مرغوب فيها

- طفرات نادرة لذلك يحاول الإنسان استحداثها بالطرق العلمية ليستفيد منها.

من أمثلتها

- الطفرة التي أدت إلى ظهور سلالة «أنكن» من الأغنام ذات الأرجل القصيرة والمقوسة مما يجعلها لا تستطيع تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة واعتبرها المربي صفة نافعة فعمل على إكثارها.
- الطفرات التي أدت إلى زيادة إنتاج المحاصيل النباتية.

- التشوهات الخلقية في الإنسان.
- العقم في النبات الذي ينتج عنه نقص في المحصول.

١ الطفرات الجينية

• طفرات تحدث نتيجة لتغير كيميائي في تركيب الجين خاصة تغيير ترتيب القواعد النيتروجينية في جزيء DNA مما يؤدي إلى تكوين بروتين مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة.
• قد يصاحب التغير في التركيب الكيميائي للجين تحوله من جين سائد إلى جين متنحي وقد يحدث العكس في حالات نادرة.

ب الطفرات الصبغية

• طفرات تحدث نتيجة التغير في أعداد أو تركيب الصبغيات.

١ التغير في عدد الصبغيات

• يقصد به نقص أو زيادة صبغى واحد أو أكثر في الأمشاج بعد الانقسام الميوزي.

• أمثلة :

- ١ الزيادة في عدد الصبغيات : كما في حالة كلاينفلتر ($XXY + 44$) الزيادة بمقدار صبغى جنسى واحد (X).
- ٢ النقص في عدد الصبغيات : كما في حالة تيرنر ($X + 44$) النقص بمقدار صبغى جنسى واحد (X).
- ٣ تضاعف عدد الصبغيات (التضاعف الصبغى Polyploidy) :

- أسباب حدوثه :

- عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير.
- عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

- شيوعه وتأثيره :

• في عالم النبات :

♦ يكون أكثر شيوعاً فنسبة كبيرة من النباتات المعروفة تكون ($3n - 4n - 6n - 8n$ حتى $16n$) وذلك عندما تتضاعف الصبغيات في الأمشاج.

♦ ينتج عنه أفراد ذات صفات جديدة، ويرجع ذلك إلى أن كل جين يكون ممثلاً بعدد أكبر فيكون تأثيره أكثر وضوحاً فيكون النبات أكثر طولاً وتكون أعضاؤه أكبر حجماً وبخاصة الأزهار والثمار.

♦ مثال : يوجد حالياً كثير من المحاصيل والفواكه مثل (القطن والقمح والعنب والتفاح والكمثرى والفراولة) ذات التعدد الرباعي ($4n$).

• في عالم الحيوان : تقل ظاهرة التضاعف الصبغي وذلك لأن تحديد الجنس في

ملحوظة

التضاعف الثلاثي في الإنسان مميت، ويسبب إجهاداً للأجنة، ومع ذلك يوجد تضاعف صبغي في بعض خلايا الكبد والبنكرياس.

الحيوانات يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية، لذا يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من الفواقر والديدان التي لا يوجد لديها مشكلة في تحديد الجنس.

٢ التغير في تركيب الصبغيات

* يحدث نتيجة تغيير ترتيب الجينات على نفس الصبغي، بسبب :

تذكر أن

تبادل بعض الأجزاء بين الصبغيات المتماثلة أثناء الانقسام الميوزي يطلق عليه عبور وراثي والذي قد يؤدي إلى تباين (اختلاف) الصفات الوراثية.

- ١ انفصال قطعة من الصبغي أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار ١٨٠° والتحامها في الوضع المقلوب على نفس الصبغي.
- ٢ تبادل أجزاء من صبغيات غير متماثلة.
- ٣ زيادة أو نقص جزء صغير من الصبغي.

رابعاً تبعا لمكان حدوث الطفرة

الطفرات الجسمية

- * تحدث في الخلايا الجسدية (الجسمية).
- * تظهر كأعراض مفاجئة على العضو الذي تحدث بخلاياه.
- * أكثر شيوعاً في النباتات التي تتكاثر خضرياً حيث ينشأ فرع جديد من النبات العادي يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم، ويمكن فصل هذا الفرع وإكثاره خضرياً إذا كانت الصفة الجديدة مرغوب فيها.

الطفرات المشيجية

- * تحدث في الخلايا التناسلية (الأمشاج).
- * تظهر كصفات جديدة على الجنين الناتج.
- * تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجياً.



أ طفرة تلقائية

- * تحدث دون تدخل الإنسان وهي نادرة الحدوث في جميع الكائنات الحية.
- * **سبب حدوثها** : تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن الحي، مثل :
 - الأشعة فوق البنفسجية.
 - الأشعة الكونية.
 - المركبات الكيميائية.
- * **أهميتها** : تلعب الطفرة التلقائية دوراً هاماً في عملية تطور الأحياء.

ب طفرة مستحدثة

- * تحدث بتدخل الإنسان للحصول على صفات مرغوبة في كائنات معينة.
- * **يستخدم الإنسان لعمل الطفرات المستحدثة** :
 - عوامل طبيعية مثل : • أشعة إكس. • أشعة جاما. • الأشعة فوق البنفسجية.
 - مواد كيميائية مثل : • غاز الخردل. • حمض النيتروز. • مادة الكولشيسين.
- فعند معالجة النباتات بهذه المواد تضرر خلايا القمة النامية وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوي خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات.
- * أغلب الطفرات المستحدثة تحمل صفات غير مرغوبة، غير أن الإنسان ينتقى منها ما هو نافع.

أضف إلى معلوماتك

تمنع مادة الكولشيسين تكوين خيوط المغزل الضرورية لعملية انفصال الكروموسومات أثناء الطور الانفصالي في الانقسام الميوزي الأول فينتج تعدد للكروموسومات في الخلايا الناتجة.

* من أمثلة الطفرات المستحدثة المرغوب فيها :

- ١ استحداث طفرات تؤدي إلى تكوين أشجار فواكه ذات ثمار كبيرة حلوة المذاق وخالية من البذور.
- ٢ استحداث طفرات لكائنات دقيقة كالبنسليوم، لها القدرة على إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية (مثل البنسلين).



الباب الثاني

البيولوجيا الجزيئية

الفصل 2

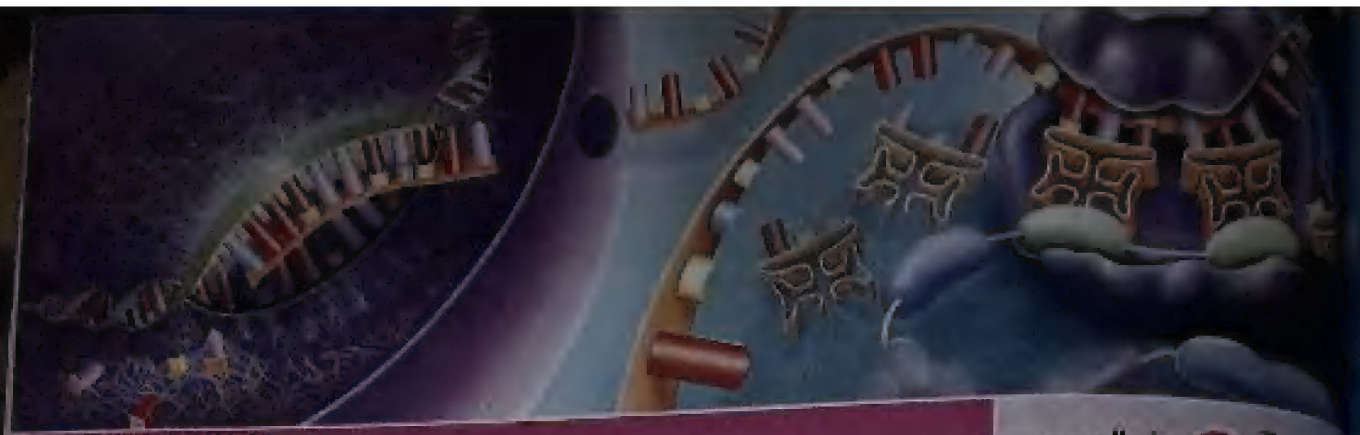
الأحماض النووية وتخليق البروتين

الدرس الأول RNA وتخليق البروتين.

الدرس الثاني التكنولوجيا الجزيئية «الهندسة الوراثية».

أهداف الفصل :

- في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :
 - يتعرف أنواع البروتينات.
 - يتعرف تركيب الحمض النووي RNA
 - يقارن بين أنواع الحمض النووي RNA الثلاثة : (الرسول ، الريبوسومي ، الناقل).
 - يتعرف خطوات تخليق البروتين.
 - يتعرف تقنيات التكنولوجيا الجزيئية الحديثة.
 - يتعرف أهمية الجينوم البشري في مجال صناعة العقاقير.
 - يقدر عظمة الخلق فيما يتعلق بالمعلومات الوراثية ودورها في تمييز البشر بصفات تختلف من فرد لآخر.



RNA وتخليق البروتين

أنواع البروتينات

* يدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية آلاف الأنواع من البروتينات والتي يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين، هما :

٢ البروتينات التنظيمية Regulatory Proteins

* هي البروتينات التي تنظم العديد من العمليات والأنشطة الحيوية في الكائن الحي.

١ البروتينات التركيبية Structural Proteins

* هي البروتينات التي تدخل في تركيب محددة في الكائن الحي.

من أمثلتها

- * الإنزيمات : التي تنشط التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية.
- * الأجسام المضادة : التي تكسب الجسم المناعة ضد الأجسام الغريبة.
- * الهرمونات وغير ذلك من المواد : التي تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات المستمرة في بيئته الداخلية والخارجية.
- * الأكتين والميوسين : اللذان يدخلان في تركيب العضلات وغيرها من أعضاء الحركة.
- * الكولاجين : الذي يدخل في تركيب بعض الأنسجة الضامة (كالأربطة والأوتار).
- * الكيراتين : الذي يُكون الأغشية الواقية كالجلد والشعر والحوافر والقرون والريش وغيرها.

بناء البروتين

* هناك خطة مشتركة لبناء آلاف الأنواع من البروتينات التي توجد في الأنظمة الحية (أجسام الكائنات الحية).

* يدخل في تركيب البروتينات ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية التي لها تركيب أساسي واحد.

* ترتبط الأحماض الأمينية ببعضها البعض بروابط

ببتيدية في وجود إنزيمات خاصة في تفاعل نازع

للماء لتكوين بوليمر عديد الببتيد الذي يُكون البروتين.

الحمض الأميني

الوحدة البنائية الأساسية للبروتين.

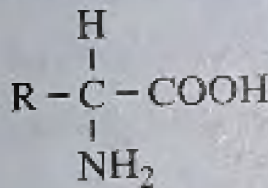
* الفروق بين البروتينات المختلفة ترجع إلى :

١ اختلاف أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية في البوليمرات (عديدات الببتيد).

٢ عدد البوليمرات التي تدخل في بناء البروتين.

٣ الروابط الهيدروجينية الضعيفة التي قد تعطي الجزيء شكله المميز.

* تركيب الحمض الأميني :



تركيب الحمض الأميني

تتصل ذرة الكربون الأولى في الحمض الأميني بـ :

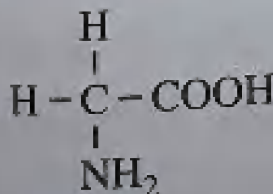
- مجموعة كربوكسيل (COOH).

- مجموعة أمين (NH₂).

- ذرة هيدروجين (H).

- مجموعة ألكيل (R) تختلف باختلاف الحمض الأميني (توجد في ١٩ حمض أميني).

ملحوظة



الجلاليسين

الحمض الأميني «الجلاليسين» هو الحمض الوحيد الذي يحتوي على ذرة هيدروجين بدلاً من مجموعة الألكيل.



الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

* هناك أوجه تشابه واختلاف بين جزيء DNA وجزيء RNA، ويتضح ذلك من الجدول التالي :

RNA

DNA

أوجه التشابه

- ١ يتكون كل منهما من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من النيوكليوتيدات.
- ٢ تتكون كل نيوكليوتيدة من :
 - سكر خماسي.
 - قاعدة نيتروجينية.
 - مجموعة فوسفات.
- ٣ ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم (5) في جزيء سكر إحدى النيوكليوتيدات وبذرة الكربون رقم (3) في جزيء سكر النيوكليوتيدة السابقة ليكون هيكل سكر فوسفات.

أوجه الاختلاف

١ نوع السكر الخماسي

- * سكر الديوكسي ريبوز «الذي يحتوي على ذرة أكسجين أقل من سكر الريبوز».
- * سكر الريبوز.
- (سكر ينقصه ذرة أكسجين عن سكر الريبوز).

٢ القواعد النيتروجينية

- * البورينات : (A أدينين - G جوانين).
- * البورينات : (A أدينين - G جوانين).
- * البيريميديئات : (U يوراسيل - C سيتوزين).
- * البيريميديئات : (T ثايمين - C سيتوزين).

٣ عدد الأشرطة

- * شريط مزدوج (شريطين متكاملين) من النيوكليوتيدات.
- * شريط مفرد من النيوكليوتيدات، ولكنه قد يكون مزدوج في بعض أجزائه.

٤ مكان وجوده

- * يوجد داخل النواة.
- * ينتقل من النواة إلى السيتوبلازم.

٥ الثبات

- * ثابت بشكل واضح في الخلية (لا يتحلل).
- * يتم هدمه وإعادة بنائه باستمرار.

٦ الأنواع

- * نوع واحد فقط.
- * ثلاثة أنواع أساسية تسهم في بناء البروتين (الرسول «mRNA»، الريبوسومي «rRNA»، الناقل «tRNA»).

أنواع الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

* هناك ثلاثة أنواع من الحمض النووي RNA تساهم في بناء البروتين، وهي :

أ حمض RNA الرسول. ب حمض RNA الريبوسومي. ج حمض RNA الناقل.

أ حمض RNA الرسول (mRNA)

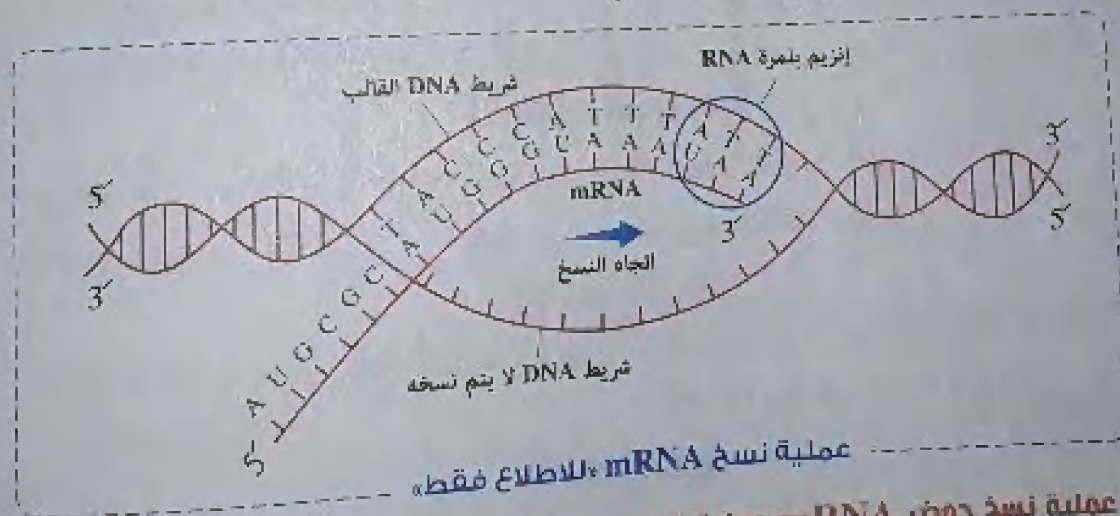
* نسخ حمض RNA الرسول :

• **المحفز**
تتابع للنوكليوتيدات على DNA يوجه إنزيم بلمرة mRNA إلى الشريط الذي سينسخ منه mRNA

١ يُنسخ mRNA من أحد شريطي DNA بارتباط إنزيم بلمرة RNA (RNA-polymerase) بتتابع للنوكليوتيدات على DNA يسمى «المحفز».

٢ يتفصل شريطا DNA عن بعضهما حيث يعمل أحدهما كقالب لبناء mRNA ويكون القالب في اتجاه (3' ← 5') فيقوم الإنزيم ببناء mRNA في اتجاه (5' ← 3').

٣ يتحرك الإنزيم على امتداد جزيء DNA حيث يتم ربط الريبونوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط mRNA النامي واحداً بعد الآخر.



* تشبه عملية نسخ حمض mRNA عملية تضاعف DNA فيما عدا :

تضاعف DNA لا يقف إلا بعد نسخ كل DNA في الخلية، بينما في حالة RNA يتم نسخ جزء فقط من DNA (الذي يحمل الجين)، وحيث إن جزيء DNA مزدوج الشريط فمن الناحية النظرية يمكن لأي جزء منه أن يُنسخ إلى جزئين مختلفين من RNA يتكامل كل منهما مع أحد الشريطين. إلا أن ما يحدث في الواقع هو أن نسخ RNA يتم من خلال شريط واحد فقط من DNA هو الذي يتم نسخ قطعة منه ويبدل توجيهه المحفز على الشريط الذي سينسخ.



تختلف عملية نسخ mRNA وترجمته إلى البروتين المقابل في أوليات النواة عن حقيقيات النواة، كالتالي :

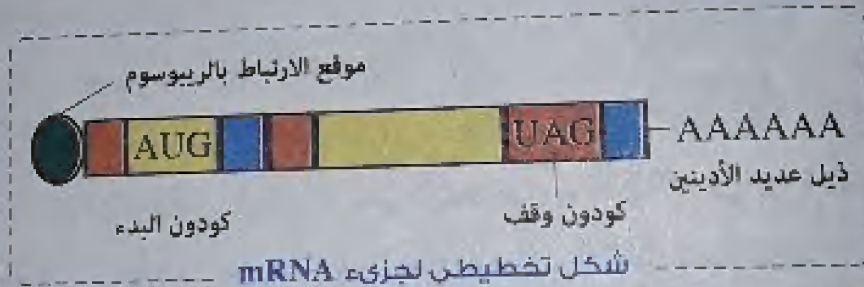
نسخ وترجمة mRNA في حقيقيات النواة

- * يوجد إنزيم بلمرة RNA خاص لنسخ كل نوع من أنواع حمض RNA الثلاثة.
- * لا يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الانتهاء من بناء mRNA كاملاً في النواة وانتقاله إلى السيتوبلازم من خلال ثقب الغشاء النووي.

نسخ وترجمة mRNA في أوليات النواة

- * يوجد إنزيم بلمرة RNA واحد ينسخ أنواع حمض RNA الثلاثة.
- * يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل بمجرد بنائه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ في ترجمته إلى بروتين، بينما يكون الطرف الآخر لجزء mRNA مازال في مرحلة البناء على DNA قالب.

* تركيب جزيء mRNA :



- يوجد في بداية جزيء mRNA : موقع الارتباط بالريبوسوم وهو تتابع للنوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم حيث يصبح أول كودون (كودون البدء) AUG متجهاً لأعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة.

- يوجد في نهاية جزيء mRNA :

- 1 كودون الوقف ويكون واحد من ثلاثة كودونات، هي (UAA , UAG , UGA).

- 2 ذيل عديد الأدينين :

أضف إلى معلوماتك

الأدينوزين هو قاعدة أدينين مرتبطة بسكر الريبوز ولكنه ليس نيوكليوتيدة لعدم احتوائه على مجموعة فوسفات.

- * يتكون من حوالي ٢٠٠ أدينوزين، وهو لا يمثل شفرة.
- * وظيفته : يعمل على حماية mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة في السيتوبلازم.

R الناقل

D يوجه شريط

T ويكون (3-

ملة إلى

نسخ

نسخ

DN

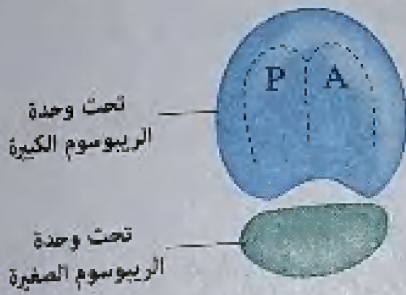
ب حمض RNA الريبوسومي (rRNA)

* وظيفة حمض rRNA :

يدخل أربعة أنواع مختلفة من حمض rRNA مع حوالي ٧٠ نوعاً من عديد الببتيد في بناء الريبوسومات (عضيات بناء البروتين في الخلية).

* بناء الريبوسومات في حقيقيات النواة :

- يتم بناء الريبوسومات في حقيقيات النواة في النوية (منطقة داخل النواة).
- يتم بناء آلاف من الريبوسومات في الساعة في خلايا حقيقيات النواة (أي بمعدل سريع) وذلك لأن DNA في خلايا حقيقيات النواة يحتوي على أكثر من ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومي الذي يشترك في بناء الريبوسومات التي تحتاج إليها الخلايا بكثرة.
- يتكون الريبوسوم الوظيفي من تحت وحدتين Subunits :



١ تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة، وهي تحتوي على موقعين :

• الأول : موقع الببتيديل (P).

• الثاني : موقع الأمينو أسيل (A).

٢ تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة، وهي ترتبط بجزء mRNA في بداية تخليق البروتين. عندما لا يكون الريبوسوم قائماً بعمله في إنتاج البروتين، تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما ويتحرك كل منهما بحرية، وقد يرتبط كل منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين مرة أخرى.

* يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووي إلى داخل النواة حيث يكون كل من rRNA وعديدات الببتيد تحت وحدتا الريبوسوم. أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA و rRNA

ج حمض RNA الناقل (tRNA)

* وظيفة حمض tRNA :

يقوم حمض tRNA بنقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات أثناء تكوين البروتين حيث يكون لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يقوم بالتعرف عليه ثم نقله.

ملحوظة

الأحماض الأمينية التي لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع من tRNA، لذا يكون عدد tRNA أكثر من عشرين.



ينسخ tRNA من جينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات من (٧ - ٨) جينات على نفس الجزء من جزيء DNA
الشكل العام لجزيء tRNA

- لكل جزيئات tRNA نفس الشكل العام حيث تلتف أجزاء من الجزيء لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدياد القواعد في مناطق مختلفة من الجزيء.
- يوجد موقعان على جزيء tRNA لهما دور في بناء البروتين:



الشكل العام لجزيء RNA الناقل

• الأول: موقع اتحاد الجزيء بالحمض الأميني الخاص به، ويتكون من ثلاث قواعد CCA عند الطرف 3' من الجزيء.

• الثاني: موقع مقابل (مضاد) الكودون الذي تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA المناسبة عند مركب mRNA والريبوسوم حيث يحدث ارتباط مؤقت بين tRNA و mRNA مما يسمح للحمض الأميني المحمول على tRNA أن يدخل في المكان المحدد في سلسلة عديد الببتيد.

الشفرة الوراثية The Genetic Code

الشفرة الوراثية

تتابع الثيوكلويدات في ثلاثيات على mRNA والتي تم نسخها من أحد شريطي DNA

• ينتقل mRNA إلى الريبوسوم حيث يترجم إلى تتابع للأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الذي يكون بروتينًا معينًا.

عدد النيوكليوتيدات التي تكون شفرة الحمض الأميني

* لقد سبق وعرفنا أن :

- عدد الأحماض الأمينية ٢٠ نوعاً.
- عدد النيوكليوتيدات التي تدخل في بناء RNA ، DNA أربعة أنواع، ولأن النيوكليوتيدات هي التي تشكل شفرات الأحماض الأمينية لذا يجب أن تشكل على الأقل ٢٠ شفرة مختلفة (تدل على العشرين نوعاً من الأحماض الأمينية).

فإذا اعتبرنا أن الشفرة الوراثية :

- ١ أحادية : أي أن كل نيوكليوتيدة تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات ٤ شفرات وبالتالي فهي تشكل ٤ أحماض أمينية فقط (وهذا لا يصلح).
 - ٢ ثنائية : أي أن كل نيوكليوتيدتين تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات $4^2 = 16$ شفرة وبالتالي فهي تشكل ١٦ حمض أميني فقط (وهذا لا يصلح).
 - ٣ ثلاثية : أي أن كل ثلاث نيوكليوتيدات تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات $4^3 = 64$ شفرة وبالتالي يصبح لكل حمض أميني أكثر من شفرة (ماعدا الميثيونين) (وهذا يصلح فهو أكثر من الحاجة لتكوين كلمة شفرة لكل حمض أميني).
- وقد توفرت أدلة كافية تؤيد الشفرة الثلاثية عام ١٩٦٠م. إلا أنه قد تم الوصول إلى الشفرات الخاصة بكل حمض أميني والتي يطلق عليها اسم كودونات عام ١٩٦٥م
- ∴ أصغر حجم نظري لكلمة شفرة DNA هو ثلاث نيوكليوتيدات.
- ∴ الشفرة الوراثية ثلاثية.

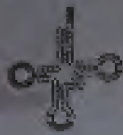
* تسمى شفرة الحمض الأميني بـ «الكودون Codon».

- يوجد كودون واحد لبدء بناء البروتين يسمى «كودون البدء» وهو (AUG).

شفرة وراثية تتكون من ثلاثة نيوكليوتيدات على شريط mRNA

- يوجد ثلاثة كودونات توقف بناء البروتين تسمى «كودونات الوقف» وهي (UAA ، UAG ، UGA) حيث تعطى هذه الكودونات إشارة عند النقطة التي تقف عندها آلية بناء البروتين وتنتهي سلسلة عديد الببتيد.

* الشفرة الوراثية عالمية أو عامة لأن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية في جميع أنواع الكائنات الحية (الفيروسات، البكتيريا، الفطريات، النباتات، الحيوانات) وهذا دليل قوي على أن جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض نشأت عن أسلاف مشتركة.



جدول الشفرات «للاطلاع فقط»

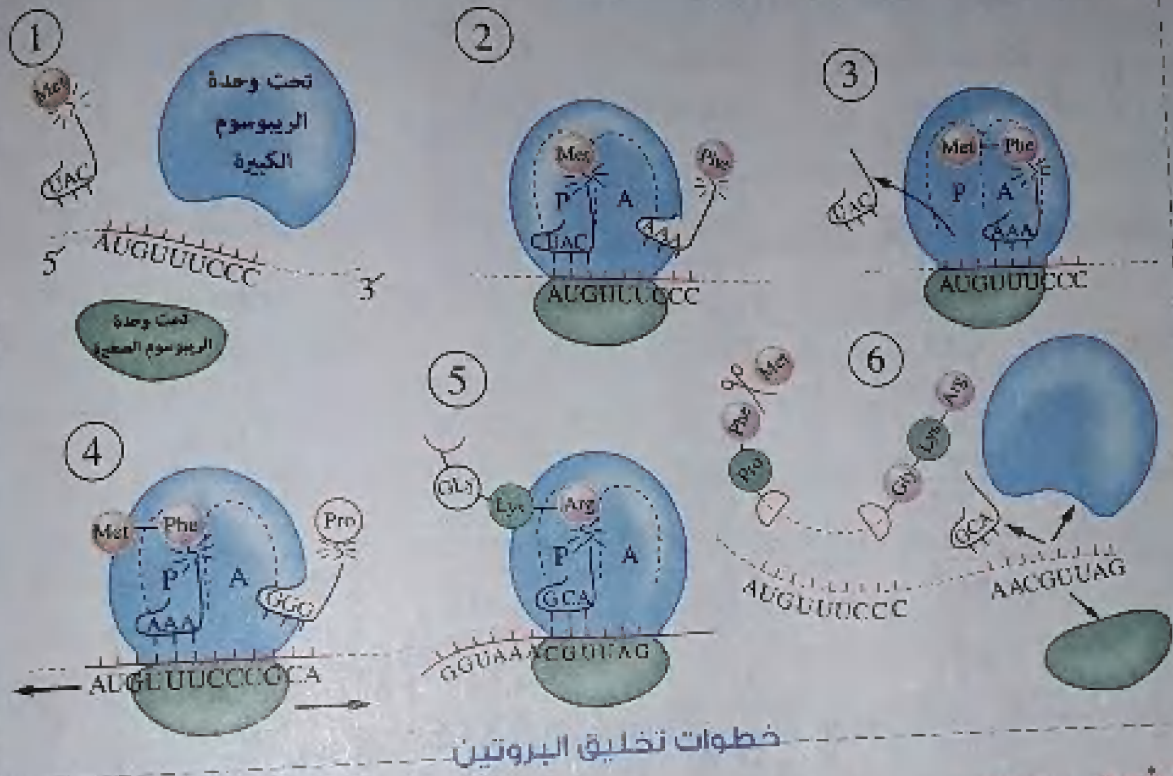
القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
U	UUU Phenylalanine	UCU Serine	UAU Tyrosine	UGU Cysteine	U
	UUC Phenylalanine	UCC Serine	UAC Tyrosine	UGC Cysteine	C
	UUA Leucine	UCA Serine	UAA STOP	UGA STOP	A
	UUG Leucine	UCG Serine	UAG STOP	UGG Tryptophan	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histidine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histidine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleucine	ACU Threonine	AAU Asparagine	AGU Serine	U
	AUC Isoleucine	ACC Threonine	AAC Asparagine	AGC Serine	C
	AUA Isoleucine	ACA Threonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUG (START) Methionine	ACG Threonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCU Alanine	GAU Asparagine	GGU Glycine	U
	GUC Valine	GCC Alanine	GAC Asparagine	GGC Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Glutamic acid	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAG Glutamic acid	GGG Glycine	G

ملحوظة

الكودونات الموجودة في الجدول السابق هي التي توجد في mRNA أما كودونات DNA فهي النيوكليوتيدات التي تتكامل قواعدها مع الكودونات الموجودة بالجدول.

تخليق البروتين Protein Synthesis

* عملية تخليق البروتين عملية معقدة تتضمن تداخل الأنواع المختلفة من جزيئات RNA كما يتضح من الرسم التالي :



خطوات تخليق البروتين

أضف إلى معلوماتك

المقص الموجود بالرسم يشير إلى أن الحمض الأميني الأول (الميثيونين) يُزال لاحقاً أثناء عملية الترجمة.

* يتم تخليق البروتين على ثلاث مراحل رئيسية كالتالي :

أولاً بدء عملية الترجمة

- 1 ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة بجزء mRNA من جهة الطرف 5' بحيث يكون أول كودون به AUG متجهاً إلى أعلى.
- 2 تتزاوج قواعد مضاد الكودون لجزء tRNA الخاص بالميثيونين مع كودون AUG وبذلك يصبح حمض الميثيونين أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي ستبنى.
- 3 ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة بالمركب السابق (تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة + tRNA + mRNA) وعندئذ تبدأ تفاعلات بناء البروتين.



- (١) يوجد على الريبوسوم موقعان (موقع الببتيديل (P) وموقع أمينو أسيل (A)) يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA
- (٢) الميثيونين هو أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد لأن أول كودون على mRNA هو AUG ويمثل شفرة الحمض الأميني الميثيونين وهو يوجد عند موقع الببتيديل (P).

ثانياً استطالة سلسلة عديد الببتيد

* تبدأ سلسلة عديد الببتيد في الاستطالة في دورة تتكون من ثلاث خطوات :

- ١ يرتبط مضاد كودون tRNA آخر بالكودون التالي على جزيء mRNA في موقع الأمينو أسيل (A) حاملاً الحمض الأميني الثاني في سلسلة عديد الببتيد.
- ٢ - يحدث تفاعل نقل الببتيديل الذي ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الأول والثاني بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة.
- يصبح tRNA الأول فارغاً ويترك الريبوسوم وقد يلتقط ميثيونيناً آخر، أما tRNA الآخر يحمل الحمضين الأمينيين معاً.

- ٣ - يتحرك الريبوسوم على امتداد mRNA بحيث يصبح الموقع (A) خالي ويصبح الحمض الأميني الثاني أمام الموقع (P) على الريبوسوم.
- تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون على tRNA مناسب بكودون mRNA جالِباً الحمض الأميني الثالث إلى الموضع المناسب على الموقع (A).
- ترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأميني الجديد القادم على جزيء tRNA الثالث ثم يتكرر التتابع.

ثالثاً توقف عملية بناء البروتين

عامل الإطلاق •

بروتين يرتبط بكودون الوقف على جزيء mRNA مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتتفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض وتتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكونة.

١. تقف عملية بناء البروتين عندما يصل الريبوسوم إلى كودون وقف على mRNA حيث يرتبط عامل الإطلاق بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتتفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض.

٢. بمجرد أن يبرز الطرف 5 لجزيء mRNA من الريبوسوم يرتبط به تحت وحدة ريبوسوم صغيرة أخرى لتبدأ دورة أخرى في بناء البروتين.

ملحوظة !

عديد الريبوسوم •

اتصال جزيء mRNA واحد بعدد من الريبوسومات قد يصل إلى المائة ريبوسوم يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA

عادةً ما يتصل بجزيء mRNA عدد من الريبوسومات (قد يصل إلى ١٠٠ ريبوسوم) حيث يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA فيسمى عندئذ عديد الريبوسوم.



* مما سبق يمكن استنتاج بعض الإرشادات والتطبيقات لحل المسائل :

* تحتوي كل ليوكليوتيدة على قاعدة نيتروجينية واحدة، وبالتالي فإن عدد النيوكليوتيدات في جزيء DNA يكون مساو لعدد القواعد النيتروجينية به.
في جزيء DNA :

- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الأدينين (A) تساوي عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الثايمين (T) $A = T$ وترتبط قاعدة الأدينين (A) مع قاعدة الثايمين (T) برابطتين هيدروجينيتين $A :::: T$

- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة الجوانين (G) تساوي عدد النيوكليوتيدات المحتوية على قاعدة السيتوزين (C) $G = C$ وترتبط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين (C) بثلاث روابط هيدروجينية $G :::: C$

- مجموع القواعد النيتروجينية البيورينية تساوي مجموع القواعد النيتروجينية البيريميدينية $A + G = C + T$

* تتكون كل لفة على اللولب المزدوج لجزيء DNA من ٢٠ نيوكليوتيدة (١٠ نيوكليوتيدات على كل شريط).

* في شريط mRNA، توجد القاعدة النيتروجينية اليوراسيل (U) بدلا من القاعدة النيتروجينية الثايمين (T) الموجودة في DNA ، لذلك فعند نسخ شريط mRNA من شريط DNA ، فإن :

- قاعدة الأدينين (A) في شريط DNA تتزاوج معها قاعدة اليوراسيل (U) في RNA
- قاعدة الجوانين (G) في شريط DNA تتزاوج معها قاعدة السيتوزين (C) في RNA
- قاعدة السيتوزين (C) في شريط DNA تتزاوج معها قاعدة الجوانين (G) في RNA
- قاعدة الثايمين (T) في شريط DNA تتزاوج معها قاعدة الأدينين (A) في RNA

* عند نسخ حمض mRNA من شريط DNA لابد أن يكون شريط DNA القالب في اتجاه $(3' \leftarrow 5')$ بحيث يكون شريط mRNA الذي يتم بناؤه في اتجاه $(5' \leftarrow 3')$

* الكودون يتكون من ٣ نيوكليوتيدات على شريط mRNA ، وبالتالي يكون

عدد الكودونات = مجموع نيوكليوتيدات mRNA



التكنولوجيا الجينية «الهندسة الوراثية»

الفصل 2 | الدرس الثاني

أهم إنجازات التكنولوجيا الجينية «الهندسة الوراثية»

* أدى التقدم في معرفة تركيب الجين (علم الجينات) وكيفية تخليق البروتين إلى إمكانية :

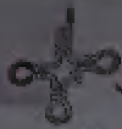
- ١ عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل خلية بكتيرية أو خلية الخميرة.
- ٢ تحليل أى جين لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فيه.
- ٣ إجراء مقارنة بين تركيب جينات نفس الفرد أو جينات أفراد مختلفة.
- ٤ معرفة تتابع الأحماض الأمينية فى أى بروتين من خلال معرفة تتابع النيوكليوتيدات فى الجين.
- ٥ نقل جينات وظيفية من خلايا إلى خلايا أخرى (نباتية أو حيوانية).
- ٦ بناء جزيئات DNA حسب الطلب، ففي عام ١٩٧٩م قام العالم خورانا Khorana بإنتاج جين صناعي وإدخاله إلى داخل خلية بكتيرية.
- ٧ إنتاج شرائط قصيرة من DNA تحتوي على تتابع النيوكليوتيدات الذي نرغب فيه، عن طريق برمجة النظم الجينية الموجودة فى العديد من المعامل.
- ٨ استخدام DNA المعد صناعياً فى تجارب تخليق البروتين.
- ٩ معرفة تأثير الأحماض الأمينية على وظيفة البروتين عن طريق تغيير الشفرة لاستبدال حمض أميني بحمض أميني آخر.

تقنيات التكنولوجيا الجينية

تهجين الحمض النووي

* الأساس العلمي لتهجين الحمض النووي :

- عند رفع درجة حرارة جزيء DNA إلى ١٠٠°م تنكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد النيتروجينية فى شريطى اللولب المزدوج ويتكون شريطان مفردان غير ثابتين.
- عند خفض درجة حرارة جزيء DNA تتزاوج الأشرطة المفردة ببعضها لتكوين لولب مزدوج من جديد حيث إنها تميل إلى الوصول لحالة الثبات.



- أي شريطين مفردين من DNA أو RNA يمكنهما تكوين شريط مزدوج إذا وجد بينهما تتابعات ولو قصيرة من القواعد المتكاملة.
- تتوقف شدة الالتصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات قواعدهما النيتروجينية ويمكن قياس شدة الالتصاق بين الشريطين بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما مرة أخرى، فكلما زادت درجة الحرارة اللازمة لفصلهما دل ذلك على شدة التصاق الشريطين وهذا معناه أن هناك تكاملاً أكبر بين القواعد النيتروجينية.
- يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد لـ DNA أو RNA على الالتصاق طويلاً في إنتاج لولب مزدوج هجين.

* كيفية تكوين DNA المهجن :

خطوات إنتاج لولب مزدوج هجين من DNA :

- ١ تمزج أحماض نووية من مصدرين مختلفين (نوعين مختلفين من الكائنات الحية).
- ٢ ترفع درجة حرارة المزيج إلى ١٠٠°م فتتفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة.
- ٣ يترك الخليط ليبرد فيحدث ازدواج للقواعد

DNA المهجن

لولب مزدوج يتكون من شريطين أحدهما من كائن حي والشريط المتكامل معه من كائن حي آخر.

النيتروجينية المتكاملة بين الشرائط فتتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية بالإضافة إلى عدد من اللوالب المزدوجة المهجنة (DNA مهجن) التي يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين.

* استخدامات DNA المهجن :

- ١ الكشف عن وجود جين معين وتحديد كميته داخل المحتوى الجيني لعينة ما، ويتم ذلك كالتالي :
 - (أ) يُحضر شريط مفرد لتتابعات النيوكليوتيدات يتكامل مع أحد أشرطة الجين محل الدراسة وذلك باستخدام نظائر مشعة (حتى يسهل التعرف عليه بعد ذلك).
 - (ب) يُخلط هذا الشريط مع العينة غير المعروفة.
 - (ج) تُرفع درجة الحرارة إلى ١٠٠°م ثم يترك الخليط ليبرد بهدف الحصول على DNA هجين (أحد الشريطين طبيعي والشريط المتكامل معه صناعي مشع).
 - (د) نستدل على وجود الجين وكميته في الخليط بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة.
- ٢ تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة :
 كلما تشابه تتابع نيوكليوتيدات DNA بين نوعين من الكائنات الحية وزادت درجة التهجين بينهما، كلما كانت العلاقات التطورية بينهما أقرب.



إنزيمات القطع أو القصر البكتيرية

• ساد الاعتقاد بأن الفيروسات التي تنمو داخل سلالات معينة من بكتيريا إيشيريشيا كولاي (*E. coli*) يقتصر نموها على هذه السلالة فقط.

• إنزيمات القصر

إنزيمات بكتيرية تتعرف على مواقع معينة على جزيء DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة.

• أرجع العلماء عدم وجود هذه الفيروسات داخل سلالات أخرى من البكتيريا إلى أن هذه السلالات تكون إنزيمات تتعرف على مواقع معينة على جزيء DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة، وأطلق على هذه الإنزيمات اسم «إنزيمات القصر البكتيرية».

• وقد اتضح أن إنزيمات القصر تكون منتشرة في الكائنات الدقيقة حيث تم فصل ما يزيد عن ٢٥٠ نوعاً من هذه الإنزيمات من سلالات بكتيرية مختلفة.

والسؤال الآن : لماذا لا تهاجم هذه الإنزيمات DNA الخاص بالخلية البكتيرية نفسها ؟

لأن البكتيريا التي تحتوي على إنزيمات القصر تكون إنزيمات معدلة تقوم بإضافة مجموعة ميثيل CH_3 إلى النيوكليوتيدات في مواقع جزيء DNA البكتيري التي تتماثل مع مواقع التعرف على الفيروس مما يجعل DNA البكتيري مقاوماً لتأثير هذه الإنزيمات، وبذلك تحافظ الخلية البكتيرية على مادتها الوراثية (DNA الخاص بها) من التحلل بفعل إنزيمات القصر.

• موقع التعرف

• كيفية عمل الإنزيمات القصر :

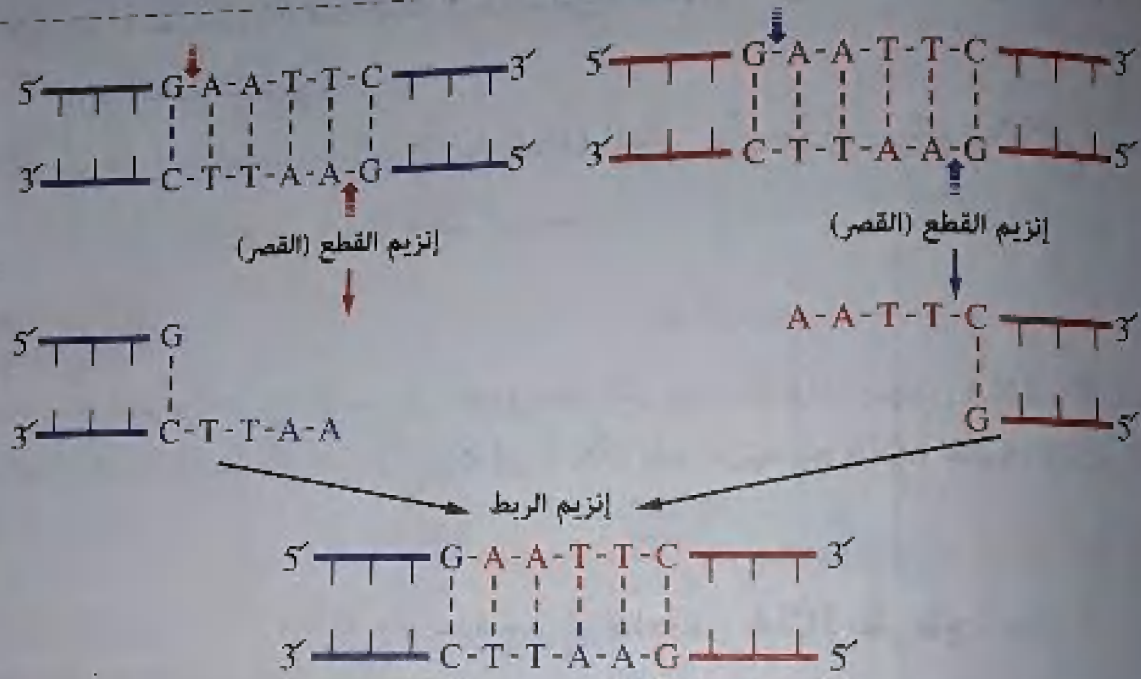
تتابع معين مكون من (٤ : ٧) نيوكليوتيدات بشريطي DNA يتعرف عليه إنزيم القصر فيقص جزيء DNA عنده أو بالقرب منه ويكون تتابع القواعد النيتروجينية على أحد الشريطين هو نفسه على الشريط الآخر (٥' ← ٣').

١ يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين للنيوكليوتيدات بشريطي DNA مكون من (٤ : ٧) نيوكليوتيدات يسمى «موقع التعرف».

٢ يقص الإنزيم جزيء DNA عند أو بالقرب من موقع التعرف بحيث يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريطي DNA عند موقع القطع هو نفسه عندما يقرأ التتابع على كل شريط في اتجاه ٣'، ولكل إنزيم قصر القدرة على قطع جزيء DNA بغض النظر عن مصدره (فيروسي أو بكتيري أو نباتي أو حيواني) مادام هذا الجزء يحتوي على نسخة أو أكثر من تتابعات التعرف.



توفر إنزيمات القصير وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة أطراف لاصقة متكاملة (أطراف مائلة مفردة الشريط) يمكن لقواعدها أن تتزاوج مع قواعد أطراف لاصقة لشريط DNA آخر تم معاملته بنفس إنزيمات القصير، ثم يتم ربطهما معاً إلى شريط واحد بواسطة إنزيم الربط، وبهذه الطريقة يمكن لصق قطعة معينة من جزيء DNA بقطعة أخرى من جزيء DNA آخر.



دور الإنزيمات القصير والربط في قطع وربط قطعتين مختلفتين من جزيء DNA عند مواقع محددة

استنساخ تنابعات DNA

* كيفية الحصول على DNA المراد نسخه : يتم ذلك بطريقتين، هما :

أ فصل DNA من المحتوى الجيني للخلية

* يتم الحصول على المحتوى الجيني للخلية ثم يتم قص DNA بواسطة إنزيمات القصير.
 * بهذه الطريقة يتم الحصول من المحتوى الجيني لأحد الثدييات (مثلاً) على ملايين من قطع DNA يمكن لصقها ببلازميدات أو فاج لاستنساخها (مضاعفتها).
 * يتم استخدام تقنيات انتقائية مختلفة لعزل تنابع DNA (قطعة DNA) المرغوب في التعامل

ب استخدام mRNA

• هي الطريقة الأفضل وتتم كالتالي :

- ١ يتم عزل mRNA من بعض الخلايا التي يكون بها الجين نشطاً مثل : خلايا البنكرياس التي تكون الأنسولين أو الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء التي تكون الهيموجلوبين وذلك لوجود كمية كبيرة من mRNA الذي يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات.
- ٢ يتم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذي يتكامل معه وذلك باستخدام إنزيم النسخ العكسي.
- ٣ يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون بواسطة إنزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن استنساخه.

ملحوظة

توجد شفرة إنزيم النسخ العكسي في الفيروسات التي يكون محتواها الجيني RNA وذلك حتى يمكنها تحويل مادتها الوراثية من RNA إلى DNA لكي ترتبط مع DNA لخلية العائل وبذلك تضمن تضاعفها.

• طرق استنساخ تقابعات DNA : يتم نسخ جين أو قطعة من DNA بطريقتين، هما :

أ استخدام البلازميد (أو الفاج)

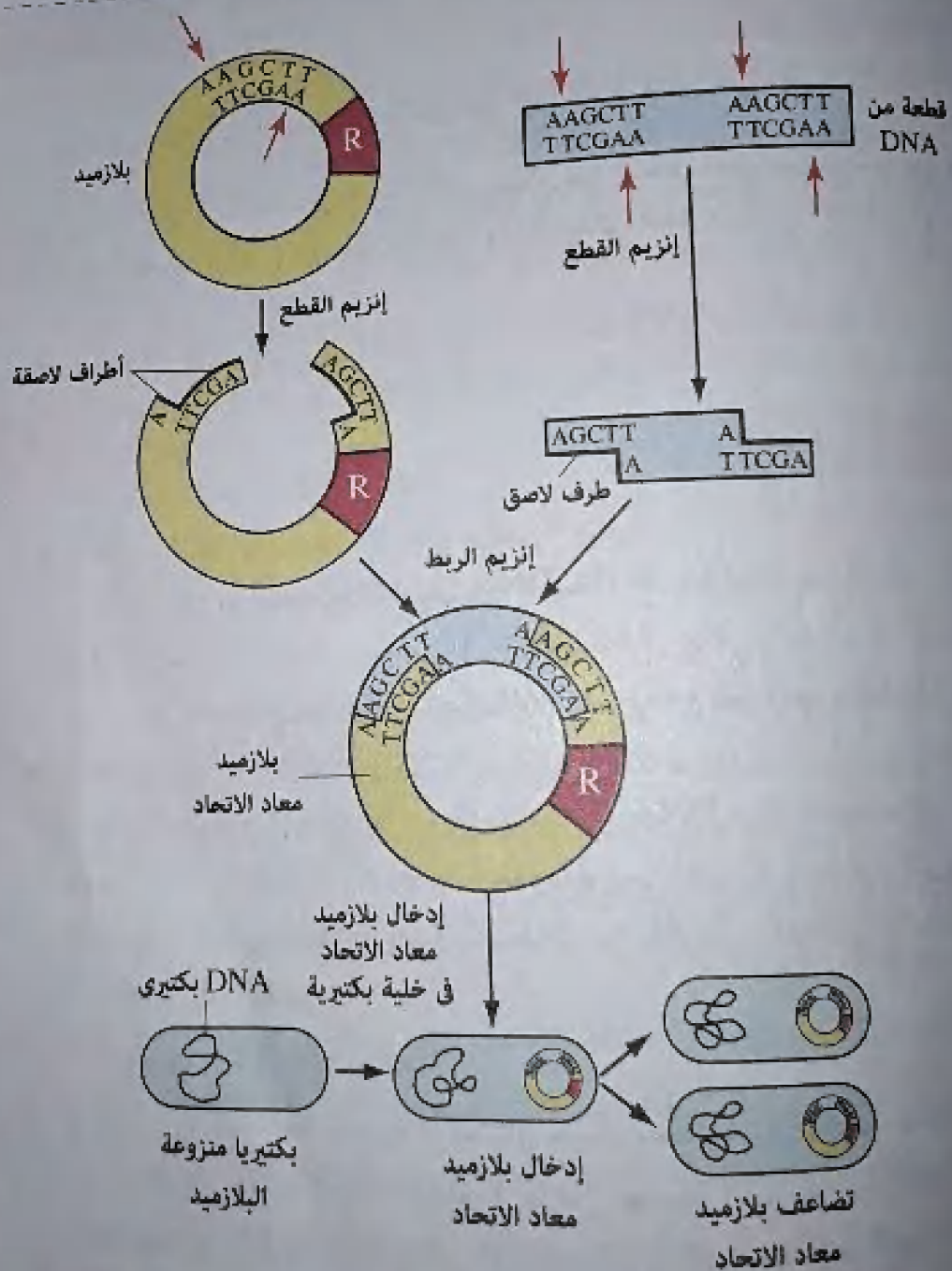
- ١ يتم عزل DNA (أو الجين) المراد استنساخه ومعالجته بإنزيمات قصير تؤدي إلى قطعه تاركة أطراف لاصقة.
- ٢ يتم عزل البلازميد من خلايا بكتيرية ومعالجته بنفس إنزيمات القصير السابقة وذلك حتى تتعرف على نفس المواقع وتقوم بالقطع عندها تاركة نفس الأطراف اللاصقة.
- ٣ يتم خلط قطع DNA وقطع البلازميد فتتزاوج النهايات اللاصقة لـ DNA مع بعض النهايات اللاصقة للبلازميد ثم يتم ربط الاثنين باستخدام إنزيم الربط.
- ٤ يتم إضافة البلازميد وعليه DNA إلى مزرعة بكتيرية أو خلايا فطر الخميرة التي سبق معاملتها لزيادة نفاذية DNA حيث تدخل بعض البلازميدات إلى داخل الخلايا ومع انقسام الخلية البكتيرية أو خلية الخميرة تتضاعف البلازميدات مع تضاعف المحتوى الجيني للخلية.



الدرس الثاني

١ يتم تكسير الخلايا وتحرير البلازميدات ويتم إطلاق قطع DNA (أو الجين) من البلازميدات بمعاملتها بنفس إنزيمات القصير التي سبق استخدامها.

٢ يتم عزل قطع DNA (أو الجينات) بالطرد المركزي المفرق، وبذلك يتم الحصول على كمية كافية من قطع DNA المتماثلة يمكن تحليلها لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها أو زراعتها في خلايا أخرى.



استنساخ DNA



جهاز PCR

ب استخدام جهاز PCR

* يقوم جهاز PCR (Polymerase Chain Reaction) بمضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة باستخدام إنزيم «تاك بوليميريز Taq Polymerase» الذي يعمل عند درجة حرارة مرتفعة وهذه التقنية هي المستخدمة حالياً.

DNA معاد الاتحاد

DNA معاد الاتحاد

عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حي إلى خلايا كائن حي آخر.

* لقد تخيل بعض العلماء أنه قد يأتى الوقت الذى يمكن فيه إدخال نسخ من جينات طبيعية إلى بعض الأفراد المصابة بعض جيناتهم بالعطب وبذلك يمكن شفاؤهم دون الاستخدام المستمر للعقاقير لعلاج النقص الوراثى.

* التطبيقات العملية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد (اهمية DNA معاد الاتحاد) :

أ فى مجال الطب

* إنتاج بروتينات مفيدة على نطاق تجارى، مثل :

١ إنتاج هرمون الأنسولين البشرى (لعلاج مرضى السكر) :

- يعتبر أول بروتين تم إنتاجه بتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد وذلك عام ١٩٨٢م بالولايات المتحدة الأمريكية.
- يتم إنتاج الأنسولين بزراعة الجين الخاص به مع البلازميد داخل خلايا بكتيرية فتصبح البكتيريا منتجة للأنسولين.
- الأنسولين البشرى المصنع بواسطة تكنولوجيا DNA معاد الاتحاد (فى البكتيريا) بالرغم من تكلفته العالية إلا أنه أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشرى والأنسولين المستخلص من بنكرياس المواشى والخنازير بعملية طويلة وباهظة التكاليف.

٢ إنتاج الإنترفيرونات Interferones :

- تُبنى الإنترفيرونات داخل جسم الإنسان حيث تنطلق من الخلايا المصابة بالفيروس فتعمل بذلك على وقاية الخلايا المجاورة لها من مهاجمة الفيروس نظراً لقدرة هذه المواد على وقف تضاعف الفيروسات (على الأخص التى يتكون محتواها الجينى من RNA، مثل فيروس شلل الأطفال والأنفلونزا).



الدرس الثاني

- كان الإنترفيرون الطبى حتى عام ١٩٧٠م يستخلص بصعوبة من خلايا الإنسان لذلك كان نادر الوجود وغالى الثمن، ولقد تمكن الباحثون من إنتاج الإنترفيرون بواسطة البكتيريا حيث تم إدخال ١٥ جيناً بشرياً للإنترفيرون إلى داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبح متوفراً ورخيص الثمن نسبياً.

- كان يعتقد العلماء أن الإنترفيرونات تكون مفيدة فى علاج بعض أنواع السرطان، ولكن الدراسات المبذولة لاستخدام الإنترفيرون فى علاج السرطان كانت مخيبة للآمال، وقد يرجع ذلك إلى مشاكل تقنية قد يمكن التغلب عليها فى المستقبل.

ب فى مجال الزراعة

• قد يتمكن الباحثون الزراعيون فى القريب العاجل من :

- ١ إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية ولبعض الأمراض الهامة لنباتات المحاصيل.
- ٢ عزل الجينات الموجودة فى النباتات البقولية (والتي تمكنها من استضافة البكتيريا القادرة على تثبيت النيتروجين الجوى فى جذورها) ونقل تلك الجينات إلى نباتات محاصيل أخرى لا تستطيع استيعاب هذه البكتيريا، ومن ثم يمكن الاستغناء عن إضافة الأسمدة النيتروجينية عالية التكلفة والتي تسبب تلويث المياه فى المناطق الزراعية.

ج فى مجال التجارب والأبحاث

• لقد تمكن الباحثون من :

- ١ زرع جين لون الياقوت الأحمر للعيون من سلالة من ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) فى خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سلالة أخرى وعند نمو الجنين أنتج أفراد لها عيون ذات لون الياقوت الأحمر بدلاً من اللون البنى.
- ٢ إدخال جين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر من النوع الكبير (أو من إنسان) إلى فئران من النوع الصغير، فنمت هذه الفئران الصغيرة إلى ضعف حجمها الطبيعى، وقد انتقلت هذه الصفة إلى الأجيال التالية.

• بعض مخاطر DNA معاد الاتحاد :

على الرغم من أهمية DNA معاد الاتحاد فى مجالات عديدة إلا أن له مخاطر كثيرة وذلك لأنه من المحتمل أن يتم إدخال جين مسئول عن إنتاج مادة سامة خطيرة داخل خلايا بكتيرية وإطلاقها فى العالم، ويُعتقد أن هذا الاحتمال ضعيف فعلى الرغم من أن سلالات البكتيريا المستخدمة فى هذه التجارب هى إيشيريشيا كولاي (*E.coli*) التى تعيش فى أمعاء الإنسان، إلا أن السلالات المستخدمة فى التجارب المعملية الآن أصبحت غير قادرة على الحياة إلا فى أنابيب الاختبار.

الجينوم البشري

- في عام ١٩٥٣م أثبت واطسون وكريك أن الجينات عبارة عن لولب مزدوج من الحمض النووي DNA
- في عام ١٩٨٠م ظهرت فكرة الجينوم وكان عدد الجينات البشرية التي تعرف عليها العلماء حوالي ٤٥٠ جين.

- في منتصف الثمانينات تضاعف عدد الجينات البشرية ثلاث مرات ليصل إلى ١٥٠٠ جين.
- فبعض هذه الجينات كانت المسببة لزيادة الكوليسترول في الدم (أحد أسباب مرض القلب) وبعضها يمهّد للإصابة بالأمراض السرطانية.

الجينوم البشري

المجموعة الكاملة للجينات الموجودة على كروموسومات الخلية البشرية.

- توصل العلماء إلى أن هناك ما بين ٦٠ : ٨٠ ألف جين في الإنسان موجودة على ٢٣ زوجاً من الكروموسومات وتعرف المجموعة الكاملة للجينات باسم الجينوم البشري وقد تم اكتشاف أكثر من نصف هذه الجينات حتى الآن.

- ترتب الكروموسومات حسب حجمها من رقم (١) : (٢٣) ولا يخضع الكروموسوم (X) لهذا الترتيب فهو يلي الكروموسوم السابع في الحجم ولكنه يرتب في نهاية الكروموسومات ويحمل رقم (٢٣) وهذا ما يسمى بالطرز الكروموسومي.

* أمثلة لموضع الجينات (التي تم تحديدها) على الكروموسومات في الإنسان :

الجين	جينات فصائل الدم	جينات فصائل الدم	جينات فصائل الدم
جين البصمة	جينات فصائل الدم	جينات فصائل الدم	جينات فصائل الدم
موقعه	الكروموسوم الثامن	الكروموسوم التاسع	الكروموسوم الحادي عشر
	الكروموسوم (X) رقم (٢٣)	الكروموسوم التاسع	الكروموسوم الحادي عشر

* استخدامات الجينوم البشري :

- ١ معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.
- ٢ معرفة الجينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن أداء وظائف الجسم.
- ٣ الاستفادة منه في المستقبل في مجال صناعة العقاقير والوصول إلى عقاقير بلا آثار جانبية.
- ٤ دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الجينوم البشري بغيره من جينات الكائنات الحية الأخرى.
- ٥ تحسين النسل من خلال التعرف على الجينات المرضية في الجنين قبل ولادته والعمل على تعديلها.
- ٦ تحديد خصائص وصفات أي إنسان يعيش على سطح الأرض من خلال فحص خلية جسمية أو حيوان منوي منه، فيمكن من خلال الجينوم البشري أن نرسم صورة لكل شخص بكل ملامح وجهه.



الصفحة	الموضوع
٦	الفصل 1 الدعامة والحركة في الكائنات الحية.
٧	<u>الدرس الأول</u> : الدعامة في الكائنات الحية.
٢٣	<u>الدرس الثاني</u> : الحركة في الكائنات الحية.
٣٧	الفصل 2 التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.
٣٨	<u>الدرس الأول</u> : التنسيق الهرموني في الكائنات الحية.
٥٢	<u>الدرس الثاني</u> : تابع الغدد في الإنسان.
٦٤	الفصل 3 التكاثر في الكائنات الحية.
٦٥	<u>الدرس الأول</u> : طرق التكاثر في الكائنات الحية.
٧٧	<u>الدرس الثاني</u> : تابع طرق التكاثر في الكائنات الحية.
٨٨	<u>الدرس الثالث</u> : التكاثر في النباتات الزهرية.
١٠٠	<u>الدرس الرابع</u> : التكاثر في الإنسان.
١١٣	<u>الدرس الخامس</u> : تابع التكاثر في الإنسان.
١٢٢	الفصل 4 المناعة في الكائنات الحية.
١٢٣	<u>الدرس الأول</u> : المناعة في النبات.
١٣٠	<u>الدرس الثاني</u> : المناعة في الإنسان.
١٤٢	<u>الدرس الثالث</u> : آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان.
١٥٥	الفصل 1 الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية.
١٥٦	<u>الدرس الأول</u> : جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحي.
١٦٣	<u>الدرس الثاني</u> : الحمض النووي DNA
١٧١	<u>الدرس الثالث</u> : • DNA في أوليات وحقيقيات النواة. • تركيب المحتوى الجيني. • الطفرات.
١٨٢	الفصل 2 الأحماض النووية وتخليق البروتين.
١٨٣	<u>الدرس الأول</u> : RNA وتخليق البروتين.
١٩٦	<u>الدرس الثاني</u> : التكنولوجيا الجزيئية «الهندسة الوراثية».

الباب الأول : التدريب والوظيفة في الكائنات الحية

الباب الثاني : البيولوجيا الجزيئية

كتب الامتحان

لا يخرج عنها أى امتحان

الآن بجميع المكتبات

كتب **الامتحان** فى

- الكيمياء • الفيزياء
- التاريخ • الجغرافيا
- اللغة العربية
- الجيولوجيا و العلوم البيئية
- علم النفس و الاجتماع
- الفلسفة وقضايا العصر

الآن يمكنك مشاهدة شرح

بعض أجزاء المنهج عن طريق :

مسح الكود  باستخدام الموبايل

الجزء الخاص بالشرح
يُصرف مجاناً مع الكتاب



6



الدولية للطبع والنشر والتوزيع

القجالة - القاهرة

تليفون: ٢٥٨٨٥٥٨٥ - ٢٥٩٤٣٢٢ - ٢٢٢٥٨٨٨٨٨٦

www.alemte7anbooks.com

Email: info@alemte7anbooks.com

 /alemte7anseries